昭和26年6月5日第三種郵便物認可　昭和55年12月25日発行（毎月1回25日）第370号

建設の機械化

1980 12
日本建設機械化協会

コマツパワーショベル
PC 300
—株式会社 小松製作所—

日本建設機械化協会
J.C.M.A.

建設の機械化 1980年12月号 No. 370

目次

□巻頭言
不可能を可能にする――ある技術開発の例……杉浦 弘／1
仙台市地下鉄（南北線）建設計画の概要……富澤稔夫／3
移動式支保工による東仙台高架橋RC箱桁の施工……松岡和夫・吉野伸一／10
首都高速道路小菅インターチェンジの大型ケーソン工事概要……和田英輔・岩永国男／15
大口径パイプルーフを利用した線路下横断地下道工法……竹田省三／25
NATMによる第2名塩トンネルの施工……須々木茂・田中隆徳／30
□随想 努力……猪瀬道生／38
東北新幹線建設の概況……西川由郎／40
グラビヤ――東北新幹線建設工事
鉄道における地上線と高架線との連結方法の開発……中川英一／45
超大型ブルドーザと予備発破による低公害リッパ工法……橋村道尚／52
大型ロックベルトローダの開発と作業実績……野村昌弘／58
オイル分析サービスによる修理費の低減……重田研二／63
□部会研究報告
砕砂方法および海底砂採掘に関する調査研究報告概要……施工技術部会骨材生産委員会／68
□新機種ニュース……調査部会／75
□文献調査
アスファルト舗装の再生に有効な添加剤／電気駆動一油圧掘削機の新しい代替機……広報部会文献調査委員会／79
□整備技術
MPG方式＝燃費ベースのメンテナンス……整備技術部会／81
□統計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／84
行事一覧……／85
編集後記……（古橋・高木）／88
＜既刊目次一覧（昭和55年1月号～12月号）＞

◀表紙写真説明▶

コマツパワーショベル PC 300

株式会社小松製作所

本機は大きな作業量と低燃費を両立させる目的で設計製作された大型パワーショベルである。特長としては，

① 強力な掘削力と深掘が可能な長いアーム
② スピーディな作業ができる4ポンプシステム
③ 燃焼効率の高い直接噴射式エンジン
④ ニュートラル時のパワーロスを低減するPNC油圧システム
⑤ 馬力を有効に活用するHPCシステム

など省エネ対策を採用した。

＜主な仕様＞

項目	仕様
バケット容量	1.0～1.4 m³（標準 1.2 m³）
運転整備重量	29,000 kg
機関出力	185 PS/1,850 rpm
最大掘削半径	11,100 mm
最大掘削深さ	7,150 mm
最大掘削力	16,000 kg

昭和 55 年度 **除雪機械展示・実演会の開催**

1. 日　　時　昭和 56 年 1 月 27 日（火）午前 10 時～午後 4 時
　　　　　　　　　　 1 月 28 日（水）午前 9 時 30 分～午後 3 時
2. 場　　所　「国鉄グランド」…………入場無料
　　　　　　青森市大字石江字富田 297（下図参照）
3. 主　　催　社団法人日本建設機械化協会本部および東北支部
4. 後　　援　建設省東北地方建設局，日本国有鉄道盛岡鉄道管理局，日本道路公団仙台管理局，青森県，青森市
5. 交通機関　国鉄「青森駅」西口よりの専用巡回無料バスをご利用下さい。

なお，詳細については下記事務局までお問合せ下さい。

社団法人日本建設機械化協会
本　部（〒105）東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
電話 東京 03（433）1501
東北支部（〒980）仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内
電話 仙台 0222（22）3915

○第 1 会場（除雪機械展示実演会場）
青森市大字石江字富田 297　国鉄グランド

○第 2 会場（除雪研究会会場）
青森市中央 1-22-5 青森市民会館

昭和 55 年度 除雪研究会の開催

1. 主　　催　建 設 省
2. 日　　時　昭和 56 年 **1 月 28 日**（水）午前 9 時 30 分～12 時（9 時開場）
3. 場　　所　「**青森市民会館**」………聴講無料
　　青森市中央 1-22-5（前頁の図面参照）電話 青森 0177（34）0289
4. 講 演 内 容
　●流雪溝の運用と問題点
　　………科学技術庁国立防災科学技術センター新庄支所主任研究官　東浦　将夫
　●青森県における雪問題
　　…………………………………………青森県企画部開発課総括主幹　幸林　清栄
　●除雪機械の評価と開発
　　……………………建設省東北地方建設局東北技術事務所工作課長　斉　　恒夫
5. 問 合 先
　●建設省大臣官房建設機械課
　　東京都千代田区霞が関 2-1-3　電話 東京 03（580）4311（代表）
　●建設省東北地方建設局道路部機械課
　　仙台市二日町 9-15　電話 仙台 0222（25）2171（代表）

なお，除雪機械展示・実演会会場～除雪研究会会場間は専用巡回無料バスをご利用下さい。

建設機械と施工法 記録映画会の開催

第 4 回目の記録映画会を下記のとおり開催致しますので，観覧を希望される方は当日会場にご参集下さい。入場無料ですが，収容人員（250 名）に制限がありますので，ご面倒でもハガキまたは電話にて事務局までお知らせ下さい。

1. 日　　時　昭和 56 年 **1 月 23 日**（金）午後 2 時～5 時
2. 場　　所　機械振興会館「地下 2 階ホール」（東京都港区芝公園 3-5-8）
3. 上 映 映 画　「山と海に挑む<浅間山～扇島>」（昭 45）
　「創造の空間<大阪万国博>」（昭 45）
　「東京港海底トンネル<沈埋トンネル>」（昭 49）
　「日本最古の舗装工事」
　「超高速磁気浮上鉄道」（昭 53）
4. 事 務 局　社団法人日本建設機械化協会
　（〒105）東京都港区芝公園 3-5-8　機械振興会館内
　電話 東京 03（433）1501
5. 次 回 予 告　昭和 56 年 3 月 19 日（金）………喜入シーバース(昭 48)，佐久間ダム（昭 28），マサ土に挑む NATM（昭 43），蒸気機関車からリニヤモータカーまで（昭 49）

機関誌編集委員会

巻頭言

不可能を可能にする
—ある技術開発の例—

杉　浦　　弘

＊ 近年の建設工事は，ひと昔前に比べて驚く程機械化されている。

機械化施工のハシリといえば，戦後まもない頃，アメリカ軍払下げのブルドーザーによる土工工事に目を見張ったものだし，また 30 年台の初め，大阪環状線の大阪～西九条間高架化計画（通称西成線高架，地平を走っている線路を跨いで線路の直上に高架橋を作り，一晩で切換えた工事として有名）に従事した際，短期間に施工する為フランスからベノト掘削機を輸入すべく議論をした事などが思い起されるが，その後の道路事業の急速な伸び，新幹線等鉄道増強工事，高層建築，都市の地下鉄工事等事業の要請と共に建設の機械化も急速に発展し，今や当初の土工，基礎工といった分野のみでなく，あらゆる分野において，しかも国産の機械を駆使して建設工事が行われていることは今昔の感がある。

これ等建設の機械化が進展したのは工事期間の短縮，単価の切り下げ，出来上りの品質を均一向上する，要員の確保，人力施工では不可能な工事を可能ならしめる，騒音振動等環境問題など，夫々の時代の要請に対して，最初こそ外国からの技術導入であったにしても，次第に日本に於て培かわれた高い技術水準，更には技術開発によるものと思われる。その中には，通常の常識ではまず不可能と思われた技術開発を，遂には可能にしたものもあると聞く。

多様化する要請に応えるべく，今後とも続けられるであろうこうした勉強によって，不可能な分野が次第に狭められてゆく事を期待したい。

＊ 私共の業務遂行上に於ても，「通常の常識ではまず不可能であるが，どうしても可能にしなければならない事柄」に出会う場合が何回かある。

まず，そうした事柄を必要なタイミングで指摘し，之を積極的に進める様指導するのが幹部であり，また不屈の努力で遂行するのがよい技術者であり，その結果が技術開発につながる事になると思われる。

私の前職時代，環境の仕事に従事していた時の体験をお話しして参考に供したい。内容はビローな話で恐れ入るが，中距離電車（略して中電）のトイレの汚水たれ流し防止策として，車上で浄化する装置（処理水を線路に放出）の開発にかけた，ごく少数の男たちの苦労話をふり返る事にする。

巻頭言

新幹線は当初からタンク式完備，在来線は 40 年頃から先ず優等列車について順次タンク式に改造を進めている。この方式は完璧なものであるが，車両基地で汚水をタンクから抜取り，処理した水を川または下水道に流すのであるが，処理水の処理に難かしい問題があって，なかなか思う様に進まない。特に大都市付近に車両基地を持つ中電の場合，一層困難もしくは不可能な場合が多く，通常の常識からはここで中電トイレ対策は当分見送りという事になる。

しかし，今回は一昧も二昧も違ったのである。車両基地で汚水を処理する代わりに，車の床下に取り付けたカセットの中で汚水を処理し，キレイな水にして線路に放出する手はないかという発想から，ここで不屈の男たちによる不可能を可能にする努力が始まったのである。

「汚水が短時間カセットの中を通過する事により，どの程度キレイになるか」という命題である。あらゆる文献，友人，権威者と思われる人との接触によって，ノーハウが積み重ねられていった。

最終的には工作局（車両設計担当）に設計をお願いする事になるのであるが，海のものとも山のものとも判らぬ物に取り合うものはいない。むしろアイデアにケチをつける事の連続であった。そのケチがまたヒントとなって次のアイデアに進む。

冷いのは車両屋さんばかりではない。線路屋さんだって，旅客屋さんだって，運転屋さんだって，「出来上りの品質を見るまでは」といって心から応援してくれない。

こうした中にあって，中電トイレ対策はこの方法しかない事，さらにこの装置は所謂「三方一両損」的なネライをもったものである為，夫々が完全さを主張していては，いつまでも目的を達せられない事等をネバリ強く説得してまわったのである。

そして………とうとうやった。

ついにこの装置のカギである処理水の水質にメドが立って，工作局の技術課題に採用され，その後のテストも順調，昨年 11 月から本物の中電，中央線電車に取りつけてテスト中であり，着実に実用化への前進中といえる。まさに不可能を可能にした快挙であり，技術開発はこうやってやるんだという見本ともいえよう。

「建設の機械化」には必ずしもふさわしくない一例とは思いつつも，あえて御紹介した次第である。

—*Hirosi Sugiura* 本協会顧問・日本国有鉄道建設局長—

仙台市地下鉄(南北線)建設計画の概要

富 澤 稔 夫*

1. はじめに

仙台市は東北の中核都市として着実に発展を続け，人口は 65 万人を越え，その都市活動は仙台市を中心とする半径 30 km の 17 市町村に及んで，仙台都市圏を形成し，その人口は 110 万人を越えている。広域幹線交通体系の整備とともにその中核性は一層促進されるものと考えられている。仙台は杜の都としては知られているが，全国 9 番目に地下鉄を建設する都市としての背景はあまり知られていないので，地下鉄の必要性をこれまでの経緯とともに述べながら全国レベルの高次な都市機能をもった杜の都を一層快適な都市として発展させ，市民の生活向上の基礎となる交通体系の確立を図るため進められている高速鉄道の整備計画について紹介したい。

2. 地下鉄導入の経緯

昭和 35 年の国の高度経済成長政策以来，人口集中，管理機能の集中，市街地の拡大と外延化により交通需要が増大し，モータリゼーションの進展と道路整備の不整合から交通環境が悪化し，市民生活に重大な影響を及ぼしてきた。これらに対応するため種々の機関で検討がなされてきたが，仙台市では昭和 38 年 9 月に学識経験者で構成される仙台市交通対策委員会に仙台市長が「広域都市的発展に即応する陸上交通網の整備について」諮問し，昭和 42 年 12 月に「地下鉄についてなお一層の検討を行うべきである」との答申を得た。次いでこの答申に基づいて各行政レベルの担当者を主体とする仙台市交通計画委員会を設置し，昭和 44 年 7 月に「高速大量輸送計画を主体とする仙台市を中心とする都市交通の基本計画について」諮問し，昭和 47 年 2 月に「仙台市を中心とする都市圏の交通窮状の打開と今後の発展のため地下鉄建設の必要があり，計画路線は 7 路線となるが，市勢の発展と交通需要を考慮して，七北田～長町間について緊急に整備すべきである」との答申がなされ，具体的な路線の提案がなされた。

運輸省においては，昭和 46 年 5 月仙台地方陸上交通審議会に仙台陸運局長が「東北の中核都市における都市交通のあり方について」諮問を行い，昭和 47 年 3 月「主軸交通機関としてふさわしい高速大量輸送機関の導入について検討を進める必要がある」と答申され，整備の時期は昭和 60 年が一応の目安になることを提案している。これらの答申をふまえて，仙台市としての地下鉄建設計画の策定と諸準備に着手するため昭和 47 年 5 月高速鉄道建設準備事務局を発足させた。

運輸省ではさらに昭和 49 年 2 月仙台陸運局長に対し，陸上交通審議会において地方都市交通調査の実施を通達し，同年 3 月に「仙台都市圏における大量高速輸送機関を中心とする公共輸送機関整備に関する基本的計画の検討について」の諮問がなされ，昭和 50 年 8 月に「①60 年に南北方向の需要に対応できる新しい交通機関を導入すべきであり，都市中心部で地下方式のとれる高速鉄道が適当である。②七北田周辺から仙台駅付近を経由して長町に至る路線にしぼり整備を急ぐ必要がある」との答申がなされた。仙台市は昭和 53 年 6 月地方鉄道事業の免許申請を行い，昭和 55 年 5 月免許を取得，同年 6 月工事施行認可申請を行っている。

3. 地下鉄南北線の必要性

(1) 人口増加と市街地の多延化

昭和 30 年以降日本経済の発展とともに著しい人口増加をもたらし，戦後 25 万人が昭和 54 年では 65 万人

* *Toshio Tomizawa*
仙台市交通局高速鉄道建設本部建設部主幹

を擁するにいたり，増加する人口は旧市街地を溢出し，外縁部に著しく増加，市街地は隣接市町村へと連坦している。仙台都市圏の人口は昭和 35 年の 675 千人から50年には1.53倍の1,032千人となり，60年では1,327千人になると想定される。就業，就学先は仙台市に集中し，その人口は昭和 35 年の 236 千人から 50 年には 424 千人と 1.8 倍に増加し，60 年には 584 千人と想定される。なかでも仙台駅を中心とする都心に官公庁，商業，業務施設が集中し，1点集中のパターンを呈している。

（2） 仙台都市圏の中心核の形成

藩政期以来の経済の中心が明治 20 年の東北本線の開通により仙台駅を中心に現在の都心の基礎がつくられ，戦災をうけたが，戦災復興事業により近代的な中心市街地へと形成され，中枢管理機能が集積され，用途地域計画での容積率は 800% になっている。

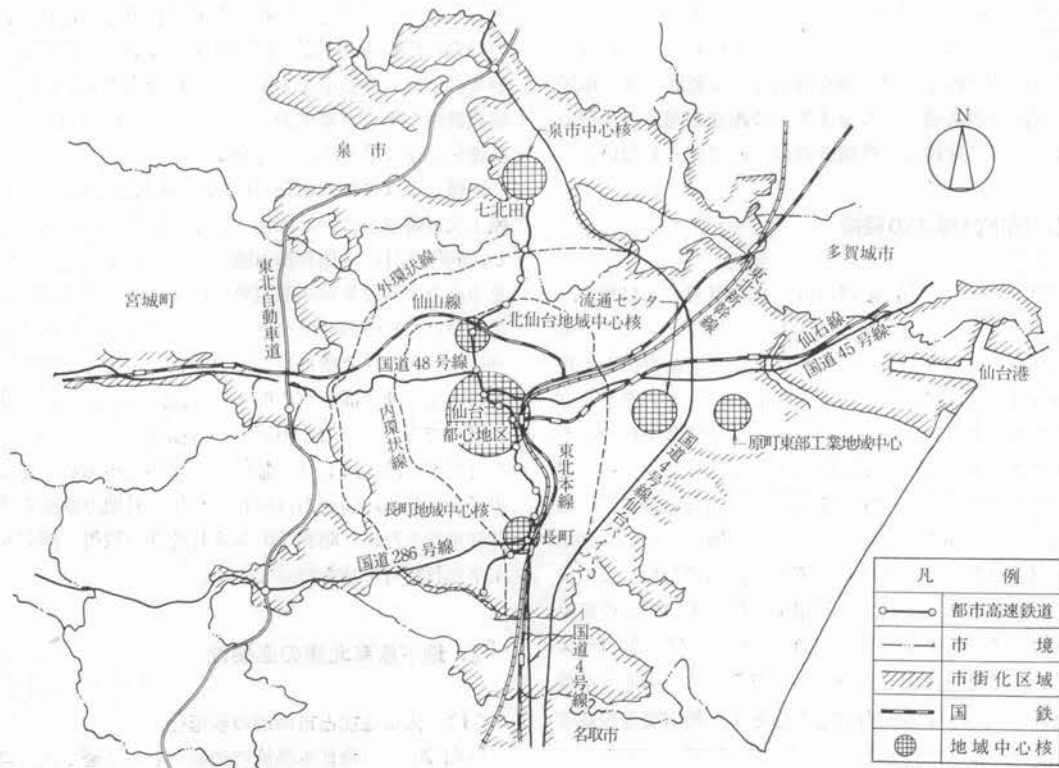
将来における中心核は，新幹線開通に係る仙台駅周辺の整備と駅東再開発に見られる現都心部の拡充整備と地下鉄開通とともに周辺地域（泉市，長町等）に都心の分散をはかりつつ地域中心核を形成するように誘導する。また仙台新港の国際港化を目指し，工業の誘導を図るため 1,330 ha の工業地を計画し，各種工場の立地をみている現状である。

（3） 人口増加に伴う輸送需要増加

仙台都市圏の人口は昭和 50 年で 103 万人，開業予定の 60 年で 133 万人が見込まれ，交通需要も人口増に比例することが予想される。これを地下鉄南北線の駅勢圏（1次および2次）でみると，昭和 50 年で1次駅勢圏（$R=750$ m 徒歩圏）で 165 千人，2次 867 千人，60 年には1次 188 千人，2次 1,138 千人と予想される。

これを前提として昭和 50 年の大量輸送機関（マストラ）分担で，1次，2次駅勢圏のマストラトリップを算出してみると，50 年 579,942 トリップに対し 60 年は 745,496 トリップとなり，165,554 トリップが増加する。これらの需要はほとんど仙台都心への求心的なパターンを示し，南北方向の幹線道路は現在すでに容量の限界を越えており，今後のものをさばくのは困難であり，現況のバス，国鉄だけでは能力，効率等の点から不可能なので，都市空間の立体利用の可能な地下鉄の導入が必要である（図—1 参照）。

（4） 自動車交通増加と抑制策

仙台都市圏の自動車保有台数は昭和 40 年から 53 年までの 13 年間で6倍以上になり，人口 1,000 人当りの台数でも4倍以上に伸びている。昭和 60 年での道路面積は 40 年に比較して約 2.06 倍の増加が予想されるが，自動車台数は約 7.03 倍の増加が予想され，道路の整備

図—1 総合交通体系における地下鉄計画と地域中心核

が自動車の増加に対応しきれないと推測されるので，これに対処するためにも地下鉄の導入は不可欠のものになる（表—1 参照）。

（5） バス輸送の限界

仙台市の道路体系は都心を中心に東西，南北軸の国道を骨格として放射状に形成され，バスは国道を幹線軸として周辺住宅地に分岐してゆく路線系統を形成している。これらの道路に集中する交通量は道路容量の限界を越え，バスの表定速度の低下，定時性の不確実といった悪影響をうけ，事態は切迫したものとなっている。バスの平均速度は，ラッシュ時でバス専用レーンでは 12 km/hr，それ以外では 6〜9 km/hr となっている。

4. 開業時の土地利用と人口

土地利用と人口は交通量推計のための基礎条件であり，人口指標は直接の交通発生源となるため推計対象地区ごとに土地利用と整合させて設定されている。

（1） 土地利用

仙台都市圏の土地利用は都市計画で設定されたもので市街化区域は約 24,000 ha で，うち住宅地 70.5%，商業地 8.8%，工業地 20.7% となっている。

（2） 将来の人口指標

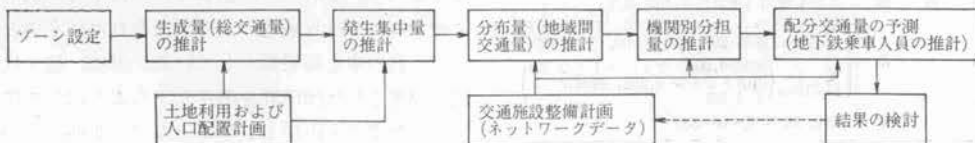
土地利用をもとに人口指標をまとめている。将来の人口指標は表—2のとおりである。

5. 乗車人員の推計

（1） 概　　要

仙台都市圏6市 10 町1村を対象地区とし，土地利用とそれに対応する人口および交通施設整備計画が推計の前提となる。推計はパーソントリップ法によるものであり，仙台都市圏では昭和 47 年にパーソントリップの実態調査が行われており，基本的にはこの調査資料にもとづいている。

（2） 乗車人員推計の手順

図—2 のとおりである。

表—1　仙台都市圏および仙台市の自動車保有台数

（1） 仙台都市圏

	人口（人）		自動車保有台数（台）		千人当り自動車台数（台）		1台当り人口
	実数	指数	実数	指数	実数	指数	（人）
昭和 40 年度	793,978	100	46,524	100	58.6	100	17.1
昭和 45 年度	892,874	112	125,735	270	140.8	240	7.1
昭和 50 年度	1,032,069	130	244,009	524	237.0	404	4.2
昭和 53 年度	1,094,861	138	301,121	647	275.0	469	3.6
昭和 60 年度	1,326,600	167	383,800	825	289.3	494	3.5

（2） 仙 台 市

	自動車保有台数（台）		道路面積（m²）		1台当り道路面積
	実数	指数	実数	指数	（m²/台）
昭和 40 年度	33,212	100	5,444,883	100	164
昭和 45 年度	62,027	187	6,379,526	117	103
昭和 50 年度	145,768	439	7,945,305	146	55
昭和 53 年度	177,955	536	9,680,000	176	54
昭和 60 年度	233,500	703	11,200,000	206	48

表—2　都市圏の将来人口指標

指標名	昭和 50 年	昭和 60 年	昭和 65 年
夜間人口	1,032,069人	1,326,600人	1,484,500人
就業人口	469,710人	634,900人	711,100人
1　次	43,875 〃	26,900 〃	17,800 〃
2　次	114,825 〃	162,500 〃	187,700 〃
3　次	311,010 〃	445,500 〃	505,600 〃
昼間従業者	490,197人	664,290人	745,300人
1　次	44,904 〃	27,600 〃	18,300 〃
2　次	123,611 〃	177,600 〃	203,000 〃
3　次	321,682 〃	459,000 〃	524,000 〃
純生産	12,483億円	25,584億円	34,842億円
1　次	503 〃	404 〃	360 〃
2　次	3,045 〃	6,835 〃	9,444 〃
3　次	8,935 〃	18,346 〃	25,038 〃

表—3　主要年度乗車人員目的別構成比

年　度	乗車人員（人）	通勤（%）	通学（%）	帰宅（%）	業務（%）	私事（%）
昭和 60 年度	235,639 (100%)	25.1	12.6	47.8	4.4	10.1
昭和 65 年度	265,127 (100%)	26.0	12.3	48.0	4.0	9.7
昭和 78 年度	321,098 (100%)	26.0	12.3	48.0	4.0	9.7

（注） 65 年以降の乗車人員は仙台市と泉市の人口の伸びを使用して推計した。

（3） 乗車人員の推計値

表—3 のとおりであり，昭和 60 年でのラッシュ時乗車人員は 42,443 人で，目的別ラッシュ率は通勤 45%，通学 50%，私事 2%，業務 5% であり，最大混雑区間の交通量は 13,944 人/hr である。

図—2　乗車人員推計のプロセス

6. 地形の概要

七北田付近は七北田川の氾濫原(谷底平野)からなり，黒松から旭ケ丘，瓦山にかけては丘陵で，七北田川丘陵と呼ばれる。この丘陵を切って流れる水系は七北田川水系に属し，V 字谷に近い形になっていて，幅 100 m ぐらいの谷底平野になっている。これの黒松付近のものは真美沢と呼ばれ，旭ケ丘付近のものは黒松川の流れる平野で森林公園の一部になっている。

瓦山に続く台の原から広瀬川までの市街地の大部分は，広瀬川によって形成された段丘地形になっていて，台の原から北仙台までは台の原段丘，北仙台付近から勾当台付近までは仙台上町段丘，勾当台付近から愛宕橋付近までは仙台中町段丘，河原町付近は仙台下町段丘に区分されている。これより南側は広瀬川や名取川によって運ばれた堆積物によって被覆された平野となっている(図—3 参照)。

7. 地質の概要

七北田付近は河川堆積物の下層に新第三紀凝灰質砂岩が分布し，N値 > 50 である。黒松，旭ケ丘の丘陵には凝灰質砂，泥岩が層状に分布し，$q_u=11\sim42\,\mathrm{kg/cm^2}$ が得られた。瓦山の丘陵には泥岩，凝灰質泥岩が層状に分布し，$q_u=44\sim63\,\mathrm{kg/cm^2}$ が得られた。台の原段丘では上部に第四紀の洪積粘土，砂れき層が分布し，下部には新第三紀浮石質凝灰岩，凝灰質泥岩，砂岩が 2〜3 m 厚の層状に分布し，$q_u=15\sim34\,\mathrm{kg/cm^2}$ が得られた。これら凝灰岩の透水係数は $k=1.81\times10^{-5}$ cm/sec が得られた。

表—4 建設計画概要

路線	区間	泉市七北田〜仙台市大野田
	建設キロ	複線 14.35 km
	営業キロ	複線 13.92 km
	軌間	1,067 mm
規格	軌条	60 kg/m
	電圧	直流 1,500 V
	集電方式	架空線方式
	車両	電動車 20 m，制御車 21.75 m
設備	変電所	総容量 26,000 kW，設置個所 4 個所
	信号	車内信号方式
	運転・保安設備	ATO, ATC, 列車指令無線
	停留場および停車場	16 個所(地上 4 個所，地下 12 個所)
	車庫	82,400 m² (地上)
建設費	建設費	2,164 億円(キロ当り 152 億円)
	工法	地上 2,637 m (ラーメン高架橋 715，PC 橋 878 鋼橋 288，RC 橋 60，土工 696) 地下 11,718 m (開削 4,964，セミシールド 3,201 山岳トンネル 2,202，機械シールド 1,351)
	工期	昭和 55 年度〜60 年度
運転計画		開業当初 4 両 4 分間隔，将来 6 両 3 分間隔

北仙台付近の梅田川から愛宕橋〜河原町の中間付近にある構造線から北側の上町，中町段丘では上部に 2〜8 m 厚で N 値が 30〜50 以上の洪積砂れき層が分布し，地下水は少ない。砂れき層の透水係数は北四番丁付近で 1.54×10^{-2} cm/sec，愛宕橋付近で 2.83×10^{-3} cm/sec が得られた。下部には凝灰質泥岩，砂岩，浮石質凝灰岩，泥岩が層状に分布し，$q_u=22\sim57\,\mathrm{kg/cm^2}$ が得られ，透水係数は北四番丁で 1.47×10^{-5} cm/sec，勾当台で 1.68×10^{-3} cm/sec，愛宕橋で 4.91×10^{-5} cm/sec が得られた。長町〜利府構造線は南南西から北北東に長町方向から利府方向に連続しており，地下鉄路線に沿って河原町方向に 10°〜15° で傾斜し，この傾斜によって河原町方面では岩盤が深くもぐり，その上部に段丘層(砂れき，砂，粘性土)の互層が深く堆積し，長町方面に連なっている。

河原町〜広瀬橋間は総体的に砂れき層といえる区間で，N値 > 50 で粘性土分が 10% 以上あり，透水係数は 6.7×10^{-2} cm/sec が得られている。地下水は豊富で，滞水層は表面水層と被圧水層に分かれている。れき層には 100 mm 以上のものが上部で 10〜30% あって転石も多く，下部では 10% 程度混入し，玉石程度のれき径となっている。広瀬橋〜長町間は主として粘性土，部分的に滞水砂れきである。粘性土の N 値は 8〜23 で，砂れきの N 値 > 40 であり，透水係数は 7×10^{-3} cm/sec が得られた。砂れき層にはかなりの玉石，転石が含まれていると推定される。下層には被圧水がある。

長町〜鍋田間は主として砂れき層で，部分的に粘性土と互層になっている。N 値 > 50 で，玉石(最大径 200 mm 以上)，れきを主体とした砂れき層が深くまで分布し，上部の粘性土層におさえられた被圧水が滞水している。泉崎付近は上部に 2.5〜3.7 m の軟弱な沖積層があり，この下部には N 値 > 50 の洪積砂れき層が非常に密な状態で連続して堆積している。

8. 建設計画概要

計画概要は**表—4** のとおりである(**図—3** 参照)。

9. 建設工事の概要

前述したような地形，地質と沿線の市街化状態を勘案して，建設費の低廉化をも考えて工法を計画している。

七北田は泉市の住宅地群から仙台に入る道路に結節したところで，これから黒松までの谷底平野の沢が丘陵部に達するまでは丘陵地の上に開発された住宅地と距離をとって沢の中を高架橋としている。黒松，旭ケ丘と丘陵地に開発された団地群を串ざしするようにして住宅地と一部は公園下を山岳トンネルでぬけ，北仙台で国鉄仙山線下を横断して都心部に入る。ここからは道路下を都心

図—3 南北線建設計画概要図

の商業，業務地区を経て愛宕橋にいたり，さらに既成の低層住宅と新しい高層住宅および沿線商業の混在する地域を経て長町にいたり，ここからは事業中の都市計画道路敷下を通って区画整理事業で開発された鍋田地区に入り，この区域の南端でRC擁壁の掘割から地上に出る。

この間駅部は開削工法により，一般線路は一部区間を除きシールドトンネル工法をとって沿線住民への配慮と路上交通への影響も可能な限りさけるようにしている。泉崎付近では住宅の散在する平地を高架橋としており，これから農地に囲まれた車両基地にいたっている。

(1) 開削工事

瓦山駅は住宅地に囲まれた丘陵部の沢合につくられる。ここには機材や土砂運搬に使用できる道路がないので，旭ケ丘から瓦山に通ずる森林公園下トンネルを旭ケ丘側から先行施工し，これを工事用道路として使用する計画であり，瓦山での掘削土砂は周辺の沢合を埋めて駅前広場や駅に連絡する都市計画道路の建設に使用する。北仙台駅は再開発計画地域にあり，この計画と整合させたものをつくりたい。

道路下につくられる北四番丁～鍋田間の10駅のうち，長町～利府構造線の北側にある6駅と瓦山，北仙台駅では鋼杭横矢板土留によりオーガさく孔ののちH形鋼杭を建込み，下部はモルタル，上部はベントナイトモルタルを充填する。一部では下部の 0.4～0.6 m をモンケン打ちをして支持力を得るようにしたい。構造線の南側の4駅と一般線路部3区間では鋼矢板土留に深井戸やウェルポイントによる地下水低下工法を併用してボイリングに対処したい。

構造線の北側と南側の工区に近接した地質の類似個所で鋼杭と鋼矢板建込みの試験工事を行った。鋼杭は ϕ600 mm のせん孔を D 120 H と D 80 H で行い，H-300×300, 27 m を建込み，鋼矢板はⅣ型の 22 m のものを内側にオーガのある ϕ320 mm のケーシングにそわせ，せん孔しながら杭打機の自重を利用して圧入する工法を用い，2.4 枚/日 を打設でき，支持力は平均 18 t であった。工事騒音，振動はともに規制値内であった。凝灰岩でのロックボルト引抜試験も行い，D25, 3 m で 23～25 t が得られた。

仙台市内のビル建設で地下の凝灰岩の掘削はリッパ付ブルドーザと刃をつけたバックホウとの組合せで施工しており，地下鉄の場合も同じ方法でやれると思われる。

(2) シールド工事

道路下の線路部では地質が凝灰質の軟岩でも安全確実な施工をするため，地質の変化と切羽の状態に対応処置の早いシールド工法（単線並列，外径 7 m および 7.1 m）としている。構造線より北側の北仙台～愛宕間の凝灰質の軟岩に入る区間ではセミシールドと称した工法とした。この工法は前面開放型のシールド機械を無圧気で使用し，フライス型の切削機によりさく岩し，切羽状態のよい区間ではセグメントを使用せず，底部のみに使用するRCブロックに反力をとって前進させ，このブロックをベースにして鋼製支保工を建込み，覆工のRCコンクリートを現場打設するもので，切羽のよくない区間のみにセグメントを組立てるもので，かなり工費を軽減できる見込みである。

立坑は駅端につくり，駅部を作業基地とするが，立坑間の距離が短い3区間（北四番丁～仙台）ではシールド機械を到達立坑で折返し，発進立坑に戻すようにして工費の軽減を図りたい。構造線より南側の河原町～広瀬橋，長町～鍋田間では玉石混じりの滞水砂れきで，部分的に粘性土と互層になっているところに入り，河川横断，ビル下横断，木造民家密集下通過があるので，前面に隔壁のある閉塞型機械シールドにより，必要によっては地下水位低下工法や圧気を併用して施工する。

(3) 山岳トンネル

七北田～北仙台間の丘陵地で，上部が住宅地の区間は単線断面とし，そうでない区間は複線断面としている。施工は上部半断面先進またはショートベンチカット工法にロックボルト，コンクリート吹付などの補助工法を併用することになろう。さく岩はフライス型の切削機が仙台周辺の類似の地質でのトンネル施工からも適当であろう。

(4) 橋梁工事

RC 3径間連続ラーメン高架橋と PC 橋を主とし，一部を RC 橋としている。径間の大きい道路，河川などの横断個所は鋼橋（合成）としている。橋には防音壁（2 m 高）や側面と下部の覆いをつけて騒音対策をする。一部の住宅地域に隣接する区間ではシェルタを設置して遮音したい。

(5) 軌　道

レールは本線と主要側線は 60 kg，車庫内線は 40 kg を使用する。環境を考慮して長尺化し，駅端に伸縮継目を設ける。道床も民地下，急曲線，狭隘な道路下は PC 枕木，道床ゴムマットを使用し，枕木下 250 mm 厚の砕石道床（延長比 73%）とし，駅部と広幅員道路下は RC 短枕木を使用するコンクリート直結道床（延長比 23%）とし，高架駅はスラブ軌道（延長比 4%）としている。

(6) 駅

ホーム長は車両6編成を運用できる 130 m とし，コ

ンコースを設けた直線，島式とし，ホーム幅員は 7.7 m を標準としてダブルエスカレータを設置し，幅員 22 m の道路下に入る駅では 7.2 m としてシングルエスカレータを設置する。

10. 設備，車両計画の概要

換気は機械換気方式とし，各駅両端部に換気機械室，換気口を設け，列車のピストン効果も利用する。排水は駅端のポンプ室に集水して排出する。4変電所を設け，架空線は地下は剛体電車線，地上はヘビーシンプルカテナリーを用いる。ATC は無絶縁軌道回路の周波数配分方式で，ATO は比例修飾制御で待機二重系を考えている。車両は定員 152 名で，長さは T 車が 21.75 m，M 車は 20 m で，幅は 2.9 m であり，当初 TcMM'Tc としている。T 車はアルミ製で約 26 t，M 車は鋼製で 38 t で，チッパ制御装置を採用したい。

11. 建設費

総建設費は昭和 55 年～60 年の工期で 2,164 億円，キロ当り 152 億円である。他都市に比べて安い理由としては，①建設単価の安い地上区間が延長比 18%，山岳，シールドトンネル区間が 37% あり，②駅規模が小さく，車両数が少ないこと等があげられる。

12. おわりに

地方中核都市として発展を続ける仙台市とその都市圏が地下鉄を必要とする概況と工事および施設計画の概要について述べたが，工事着手までにはまだ多くの許認可手続と地元関係機関との協議があり，関係各位のご協力とご理解を得ながら仙台市の関係職員あげてその調整に努めているところである。

● お知らせ

特殊車両の通行許可期間について

特殊車両の通行許可期間について，次のような文書が建設省道路局長より各地方建設局長等に出されておりますので，お知らせします。

建設省道交発第 93 号
昭和 55 年 11 月 1 日

殿

建設省道路局長

特殊車両の通行許可期間について

標記については，昭和 53 年 12 月 1 日付建設省道交発第 96 号建設省道路局長通達「車両の通行の制限について」において既に示したところであるが，自動車運送事業用車両及び通運事業用車両以外の特殊な車両に係る許可の期間については，当該許可の実態上許可後 3 カ月経過した後更新されることとなる場合が極めて多いこと，一方，許可事項の遵守に関しては別途指導取締体制の拡充が図られてきていること等にかんがみ，事務処理の円滑化を図るため，今般，その取扱いを下記の通りとすることとしたので，これが運用について遺憾なきを期されたい。

なお，貴管下道路管理者に対してもこの旨周知徹底されるようお取り計らい願いたい。

記

1. 自動車運送事業用車両及び通運事業用車両以外の特殊な車両で，通行経路が一定し，当該経路を反覆継続して通行するものに関し，当該経路について包括して一件の許可として取り扱うことができる期間を，従前の 3 カ月以内から 6 カ月以内とすること。
   なお，これに伴い，昭和 53 年 12 月 1 日付建設省道交発第 96 号道路局長通達「車両の通行の制限について」について，記第 2 (4) の 2 なお書中「3 カ月以内」を「6 カ月以内」に改め，同通達別添 1「特殊な車両の通行許可事務処理要領」別記様式 3 及び別記様式 9 を別添のとおり改める。
2. 上記 1 の取扱いは，昭和 55 年 12 月 1 日から実施すること。
3. 特殊車両通行許可制度の趣旨及び内容についての広報活動については，従来からも実施されてきたところであるが，今般，上記 1 の取扱いが実施されることとなったことに留意し，なお一層その推進を図り，制度の周知徹底に努めること。
   また，違反車両に対する指導取締体制についても，その拡充強化をさらに推進するよう努めること。

(別記様式 3 及び別記様式 9 省略)

移動式支保工による東仙台高架橋RC箱桁の施工

松岡和夫* 吉野伸一**

1. 概　　要

東北新幹線は東北地方の人々の期待を受け開業に向けて着々と工事が進んでいる。この東北新幹線の建設にあたっては幾多の新工法が開発され，我が国土木界の技術向上に与えた影響も少なからぬものがあると思われる。仙台新幹線工事局東仙台工事区管内においても，PC 桁の押出し工法，鋼受桁の回転工法など新工法を幾つか採用してきた。その中で東仙台高架橋は移動式支保工により約 900 m の桁式高架橋を施工したので，その概要を紹介する。

（1） 東仙台高架橋の概要

東北新幹線東仙台高架橋は仙台駅の東方約 4 km に位置し，東北本線と併行して新設される延長約 900 m の高架橋である。沿線は住宅街であり，騒音・振動対策として桁式高架橋を採用している。地質状況は，表層に一部粘土層があるが，支持地盤はN値 30 以上の玉石混り砂れき層である。下部工は直接基礎の壁式橋脚であり，上部工は鉄筋コンクリート箱型桁（以下 RC 箱桁という）$l=25$ m 27 連，$l=20$ m 7 連および $l=19$ m 1 連の 35 連とプレストレストコンクリート箱型桁 $l=41$ m 1 連である。この工区は用地買収が大幅に遅れ，短期間で施工せざるを得なくなったこと等から RC 箱桁の施工に移動式支保工を採用した。

工期は，**表―1** に示すように昭和 54 年 4 月から着工し，現在は本体および付帯設備が完了し，軌道，電気設備の工事を行っている。工事費はおおむね RC 箱桁が 86 万円/m，下部工が 59 万円/m である。

* *Kazuo Matsuoka*
日本国有鉄道仙台新幹線工事局東仙台工事区区長
** *Shinichi Yoshino*
日本国有鉄道仙台新幹線工事局東仙台工事区助役

（2） 移動式支保工の概要

移動式支保工は古くは 1960 年頃からヨーロッパを中心に使われ始めたものであるが，近年我が国においても省力化の一つとして，またそのすぐれた安全性，施工速度等から数多く採用されている。国鉄では東北新幹線の建設に使用するため昭和 40 年代後半から盛岡工事局が中心となって開発を進め，実用されるようになった。最近の国鉄における主な施工実績を **表―2** に示す。

移動式支保工は大別して接地式移動支保工と梁式移動支保工がある。前者は地上に組立てた支保工に移動装置を取付けたもので，その上に型枠等が設置されている。後者は鋼製の梁を既設の橋脚，または橋脚に取付けたブラケット等によって支持し，梁自体に移動装置を設置したものである。東仙台高架橋では梁式支保工を用いて施工した。梁式支保工は荷重を支持する方法により二つに分けられる。一つは 1 本の鋼桁を既設の橋脚に渡し，これより型枠をつるしたもので，他の一つは鋼桁上に型枠を設置するものである。以上種々の方式による支保工が国鉄と業者により協同開発されたり，また各施工業者で独自に開発されている。

移動式支保工による施工の特徴として以下のようなことが挙げられる。まず，ある程度連続して桁を建設していく場合，工期が短縮されること，施工が省力化されること，桁下に支障を与えず作業が可能なことである。また，移動式支保工を使用する場合は主に施工の面から支保工の移動を行いやすくするために橋脚の橋軸直角方向の幅を小さくし，橋桁は桁高が統一されるなど，美観上もすぐれた構造物となることである。

2. 東仙台高架橋の施工

（1） 下部工の施工

高架橋の施工に先立ち，現場は左右を東北本線と市道ではさまれているので，線路側には防護網，市道側には

表—1 東仙台高架橋工事工程表

工種 ＼ 工期		昭和54年										昭和55年												56年	
工種		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
下部工																									
上部工	移動式支保工																								
	総ビティー式支保工																								
付帯設備(高欄，路盤コンクリート)																									
軌道電気設備																									

表—2 移動式支保工による主な施工実績

高架橋名	延長(m)	スパン	桁断面	支保工移動方式	工期(昭和年)	施工業者	備考
一ノ関北部 BL	644	PC 31×8, PC 33×12	2室箱型	ゲリュストワーゲン	52.2～53.4	住友建設	
矢幅北 BL	878	RC 20×1, RC 22×3 RC 23×4, RC 25×28	〃	西松式	52.3～54.3	西松建設	東北本線に近接平行
中通 BL	1,035	RC 20×8, RC 25×35	〃	盛工式	52.3～54.7	鉄建建設	〃
津志田 BL	1,417	RC 20×1, RC 25×13 PC 28×4, PC 30×32	〃	ストラバーグ	52.3～54.7	大成建設	〃
南仙北 BL	1,030	RC 20×4, RC 25×38	〃	盛工式	52.2～54.6	間組	
夕顔瀬 BL	750	RC 25×30	〃	前田式	52.2～53.10	前田建設	東北本線に近接平行
東仙台 BL	875	RC 19×1, RC 20×7 RC 25×27, PC 41×1	〃	〃	54.4～55.7	間組	〃

亜鉛鉄板による仮囲いを設け，災害防止を計った。

橋脚の一般図を図—1に示す。高さ 10～15 m の壁式橋脚である。橋脚は支保工の移動を行いやすくするために橋軸直角方向の幅を 6 m と小さくしてあり，張出し部のない形としてあるため橋脚の鉄筋，型枠の組立作業が容易になっている。また，橋脚側面には移動式支保工を支えるブラケットを取付ける切欠を設けてある。基礎形式は直接基礎であり，所定の地盤まで掘削完了後，地耐力の確認試験を行い，基礎鉄筋コンクリートを施工した。躯体部分は2回ないし3回に分けてコンクリートを打設した。一部の橋脚については型枠に省力化と工程の都合からメタルフォームを組立てた大パネル (6×6 m) を使用し，クレーンにより組立て，撤去を行った。

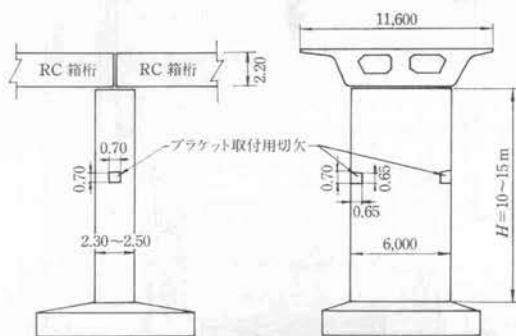
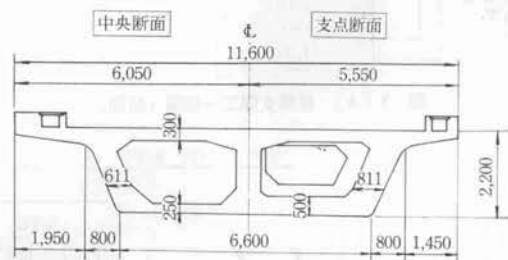
RC 箱桁のシューはゴムシューであり，水平力は鋼角ストッパにより下部工に伝える構造となっている。鋼角ストッパとは，ストッパ本体が鋼板を溶接した角鋼よりなるため鋼角ストッパと呼んでいる。このストッパは地震時に作用する橋軸方向水平力をすべて固定ストッパで負担し，橋軸直角方向水平力は固定および可動ストッパで分担して受持つ構造となっている。

図—1 橋脚一般図

図—2 RC 箱桁断面図

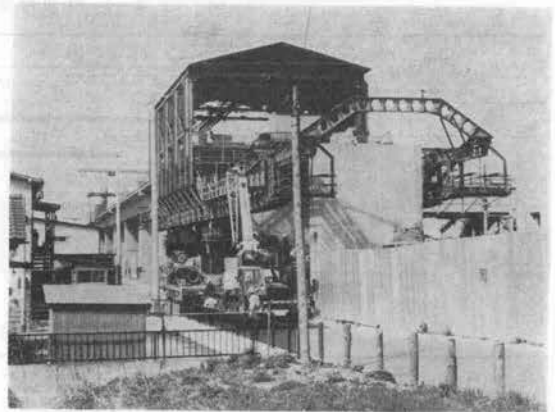
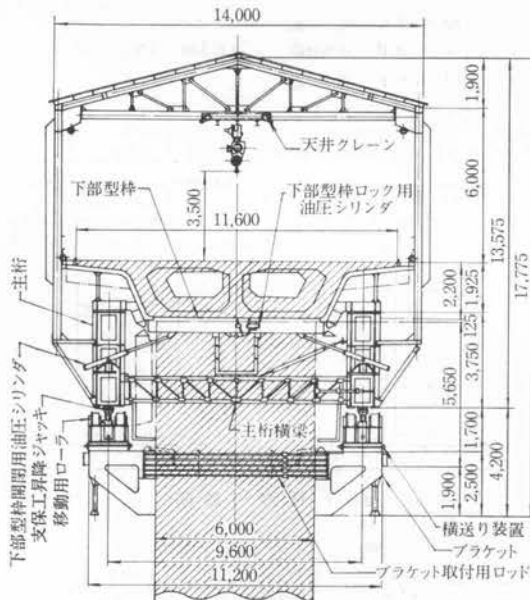
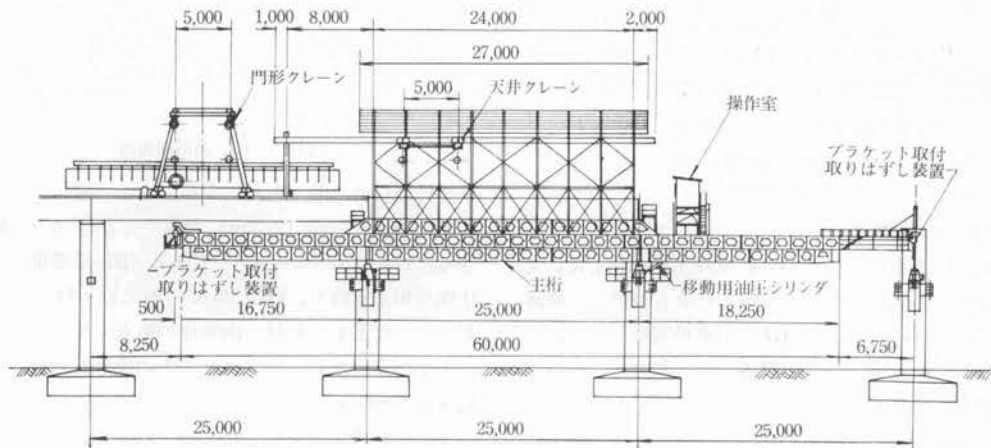
（2） 上部工の施工

上部工 RC 箱桁の施工に移動式支保工を採用した。支保工形式は前田式移動支保工と呼ばれるもので，国鉄盛岡工事局の指導のもとに前田建設工業が開発したものである。なお，他工事工程との関係から一部の桁については総ビティー枠足場方式により施工した。

RC 箱桁は設計の段階から移動式支保工による施工を考慮して次のような配慮をしてある。まず，断面形状を下型枠の脱型作業を容易にすることと，変化するスパンに対応できる桁高 (2.2 m) で統一し，下スラブ幅をできるだけ小さく (6.6 m) してある (図—2参照)。また，中間横桁を省略し，桁長 25 m の桁には主鉄筋に 38 mm 筋を使うなどして鉄筋，内型枠の組立・脱型作業を容易にしている。なお，コンクリートの設計基準強度は 270 kg/cm² である。

上部工の施工に使用した支保工は，先に述べたように移動式支保工によるものと総ビティー枠足場によるもの

があるが，移動式支保工について詳述する。

支保工の一般図を図—3に示す。支保工総重量は約400tに及ぶ。移動用油圧シリンダ，支保工昇降用ジャッキ，下部型枠開閉用シリンダ，下部型枠ロック用シリンダが備えられている。支保工の組立には35tづりクレーン2台と50tづりクレーン1台を用いて約40日費やした。この支保工は下部型枠部，上部型枠部，主桁部より構成され，主桁はコンクリート，型枠等の全荷重を受けるので，軽量で断面性能のすぐれた3段H形鋼ハニカム構造としている。コンクリート受桁となる下部型枠部は主材をプレート溶接構造とし，中央連結部には油圧シリンダによるロック方式を採用している。底型枠を下方に開放することにより橋脚を通過移動することができる。

なお，全荷重を受けるブラケット取付用ロッドは橋脚

写真—1 移動式支保工

図—3（A） 移動支保工一般図（断面）

前後に各5本設けられ，その材質は上3本はSNC-2（ニッケルクロム鋼），下2本はS 45 L（炭素鋼）で，いずれも径は55mmである。全天候型上家を取付け，気象条件に左右されず作業可能となっている。冬季施工のコンクリート養生として，型枠外側にウレタンフォームを貼り，保温に役立たせている。

支保工の移動は次の要領による（図—4参照）。すなわち，コンクリート打設，養生後，所定のコンクリート圧縮強度（$\sigma_{ck}=150\,kg/cm^2$）を確認した後，支保工昇降用ジャッキで型枠を降下させ，移動用ローラに乗せる。続いて，移動する際橋脚をかわすため下型枠を開閉用シリンダで下方に開き，移動用シリンダ（1ストローク1,600 mm）により送出す（写真—2および図—5，図—6参照）。

下部型枠は橋脚通過後ロック用油圧シリンダで再び連結しておく。これを繰返して支保工を移動する。後方のブラケットを取りはずし，一つ前方の橋脚に取付けておき，次の支保工移動に備える。所定の位置まで移動した後，昇降用ジャッキで型枠の高さを調整し，セットす

図—3（B） 移動支保工一般図（側面）

る。セット後は荷重による型枠降下を防ぐためスクリューロックを締付け，移動し，セットを完了する。

RC 箱桁の施工に用いる材料の荷揚げは，スラブ上に乗せた 11t づりクレーンを使い，内型枠，鉄筋の組立には上家に取付けた 5t づり天井クレーンを用いて容易に行えた。コンクリート打設はポンプ車により桁1連を1回で行った。

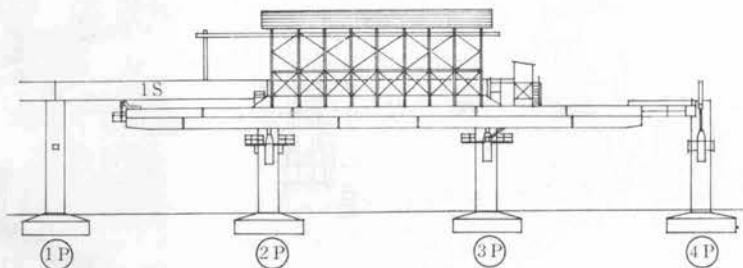
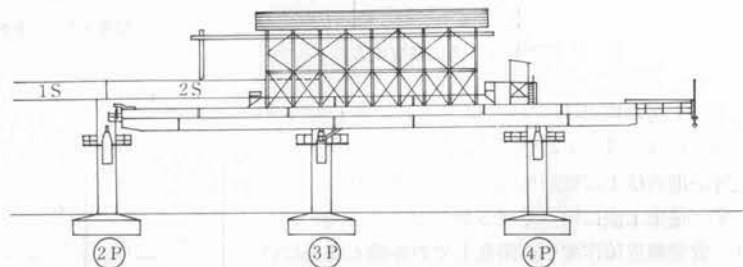
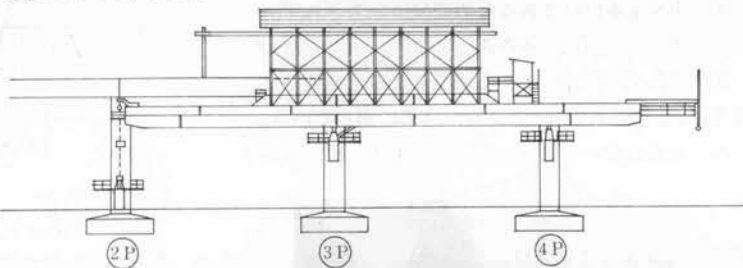
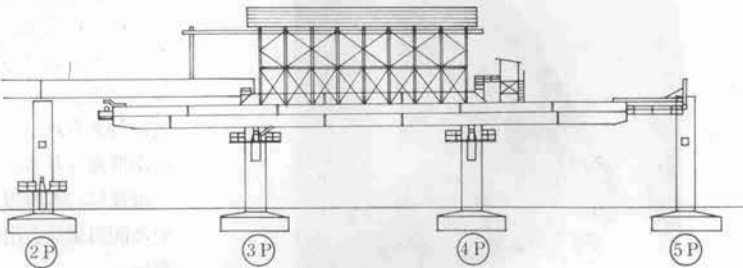
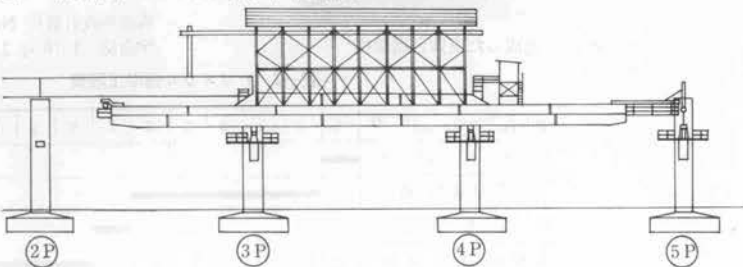
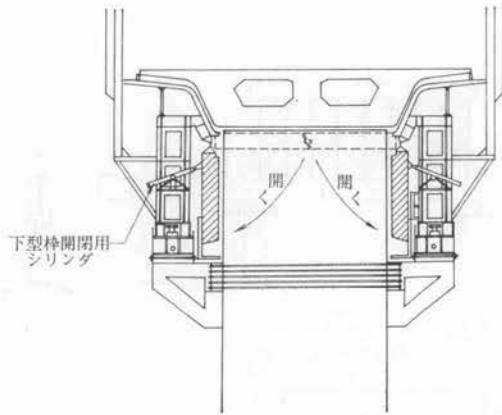
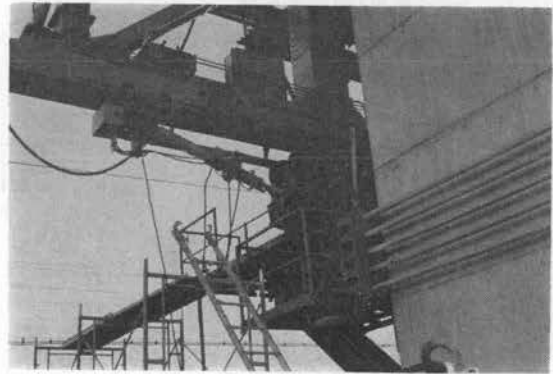
支保工の解体は 35t づりクレーン2台と 120t づりクレーン1台を用いて約 30 日で行った。

移動支保工のサイクルタイムは移動支保工損料の工費に占める割合が大きいことから，桁の経済性に大きな影響をもっている。サイクルタイムの決定は移動式支保工の機能，鉄筋，内型枠の組立等の作業方法，構造物の設計条件その他によるものである。当東仙台工区においては盛岡工事局管内での施工実績を参考にし，また他工事（軌道，電気）との関係からも制限され，種々検討して1サイクルを 14 日と計画した。

その内訳は表―**3** のとおりである。すなわち，支保工の移動・据付，コンクリート打設・養生の固定された日数があるため，鉄筋，内型枠の組立作業をいかに効率よく行うかが重要な条件になっている。施工実績としては，作業に慣れるまでの数連において 20 数日を要したが，繰返し作業であるため次第に慣れること，また鉄筋，内型枠の組立に2パーティ入れたり残業をすると 10～12 日程度までは短縮可能であった。

図―4 支保工の移動

3. あとがき

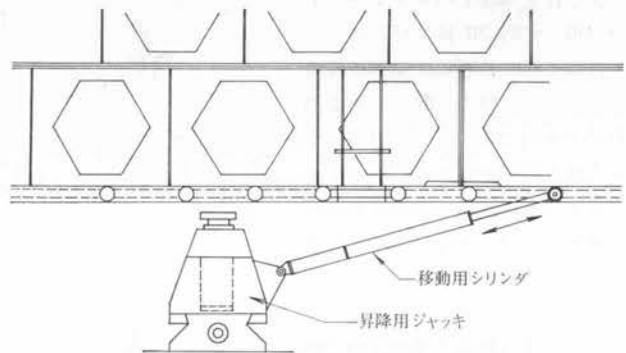
移動式支保工による RC 箱桁の施工を終え，従来の総ビティー枠足場工法と比べると次のような特徴があった。

図—5 下型枠を下方に開放する

写真—2 ブラケット，移動用ローラ，移動用シリンダ

① 1連の施工日数は約 14 日と，従来工法の 30〜40 日に比べ約 1/2 で済み，今後鉄筋のプレハブ化等が進めばまだ短縮可能であると思われる。

② 従来工法に比べてはるかに安全な工法であり，営業線近接作業や道路直上での作業も安全に行える。

③ 上家を取付けてあるため天候に左右されず，また冬季施工も可能である。

④ 支保工の操作はすべて油圧によるため施工に伴う騒音，振動が少なく，市街地施工に適している。

⑤ ある程度の連数があれば従来工法と比べても経済的である。

図—6 移動用シリンダ

写真—3 完成した東仙台高架橋

⑥ 移動式支保工を使用すると，桁断面を統一することが必要なため美観上からも好ましい。

以上のようにすぐれた特徴を持っている。当東仙台高架橋においても無災害で所定の工期を守ることができた。今後も特に市街地での高架橋工事に数多く採用されることと思われる。また支保工についてもなお一層の改良が加えられ，より安全，経済的で簡単な操作によるものが開発されることを期待するものである。

最後に，本報告をまとめるにあたり種々ご協力いただいた間組東仙台出張所の皆さんに感謝し，報告を終わりたい。

参 考 文 献

構造物設計資料 No. 53, 59（国鉄構造物設計事務所）土木学会誌（1978 年2月号）

表—3 1サイクル標準工程表

作業内容＼日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
移動・据付	━													
下床版，腹部鉄筋組み		━	━	━	━	━								
内型枠組立							━							
上床版鉄筋組み								━	━	━				
コンクリート打設											━			
養生												━	━	━

首都高速道路小菅インターチェンジの大型ケーソン工事概要

和田英輔* 岩永国男**

1. はじめに

本工事施工個所は鋭意建設中の首都高速6号線（Ⅱ期）および高速葛飾川口線の分岐合流する小菅インターチェンジ部分にある。

小菅インターチェンジは将来中央環状線の一部となって首都高速道路網の機能向上の一翼をになうとともに，高速足立三郷線・常磐道方面と他の路線相互の交通を処理するインターチェンジとなる（図―1 参照）。小菅インターチェンジは葛飾区小菅 1～2 丁目にあり，一級河川綾瀬川の両岸にまたがり，両岸とも高速道路と同時に施工中の東京都の都市計画街路上に建設される。

小菅インターチェンジの上部工は構造上ダブルデッキとなり，橋面の高さは最大 30 m の高さとなる。また河川管理上，河川内に橋脚が建てられないため，最小半径145 m の長スパンの連続曲線鋼床版箱桁とし，この主径間を受ける基礎工は右岸2基，左岸2基ともそれぞれケーソン基礎を採用している（図―2 参照）。本文は最近沈設を完了した綾瀬川左岸の大型ケーソンについて施工概要を報告する。

2. 地　　質

当施工個所は荒川，江戸川等の河川により形成された沖積低地，一般に下町低地と呼ばれる地域にあり，支持層までの間，軟弱な地層が 40 数 m に及んでいる。

図―3 はケーソン工事のための地質調査結果を表示したものである。P_5 および P_{18} ケーソン間の距離は約200 m であるが，東京れき層の深度および層厚が変化している。P_{18} の支持層は東京れき層で，約 2 m のれき層と約 7 m の砂層から成り，ともに N 値 50 以上である。TP－51 m 以深は江戸川層（シルト層）で，N 値は 15 程度となっている。

P_5 ケーソンの支持層である東京れき層厚は 5 m 程度であるので，江戸川層（シルト層）を含めて支持層としての検討を行い，安全を確認している[1]。間げき水圧測定結果によると，Yu，NaS-1，NaS-2，NaS-3，TgS 層に帯水が認められ，間げき水圧はそれぞれ 0.06～0.13 kg/cm²，2.4 kg/cm²，0.25 kg/cm²，1.5～2.6 kg/cm² であった。

3. 現場と工事の概要

（1） 現場付近の地域の特色

① 家屋が密集した市街地であること。

② 綾瀬川の満潮時の水位が堤内地民家側より約 2 m 高くなること（湛水位 AP+4.0 m，HWL＝AP+2.1 m，堤内地 AP－0.5 m～+0.5 m）。

当地域は河川にかこまれた市街地であるが，昔水田地帯であったため水路が多く，葛飾区だけでも約 290 km の水路が排水路となって現存しており，道路状況もよくない。

（2） 工事概要

小菅インターチェンジの綾瀬川左岸のケーソン P_{18} および P_5 の規模と概要は 図―4，表―1 のとおりである。

P_{18} および P_5 ケーソンは隣合った 662 工区，671 工区各々の高速工事の一部である。P_{18} ケーソンは 662 工区の端部にあり，671 工区と接し，P_5 とともに小菅インターチェンジの内に位置している。

両ケーソン作業は道路と河川の間の帯状の作業帯内で行われる。ケーソン沈設位置を含めて作業帯面積はおおよそ P_{18} で幅 20 m×150 m，P_5 で幅 33 m×95 m である。

* *Eisuke Wada* 首都高速道路公団計画部第一計画課専門役
** *Kunio Iwanaga* 首都高速道路公団第三建設部綾瀬工事事務所

（3） P_{18} の現場条件

P_{18} は道路をはさんで 20 m 先で建設中の下水道局小菅処理場に面し，民家までの離れは約 150 m，コンプレッサ室からの離れは約 60 m である。

P_{18} は旧宮前排水機場跡地であるため排水機場の基礎の撤去および松丸太杭の引抜きが必要であった。662 工区の P_{18} の付近の橋脚工事は昭和 50 年度に竣工しているので，締切は P_{18} 単独で行い，671 工区と接続している。

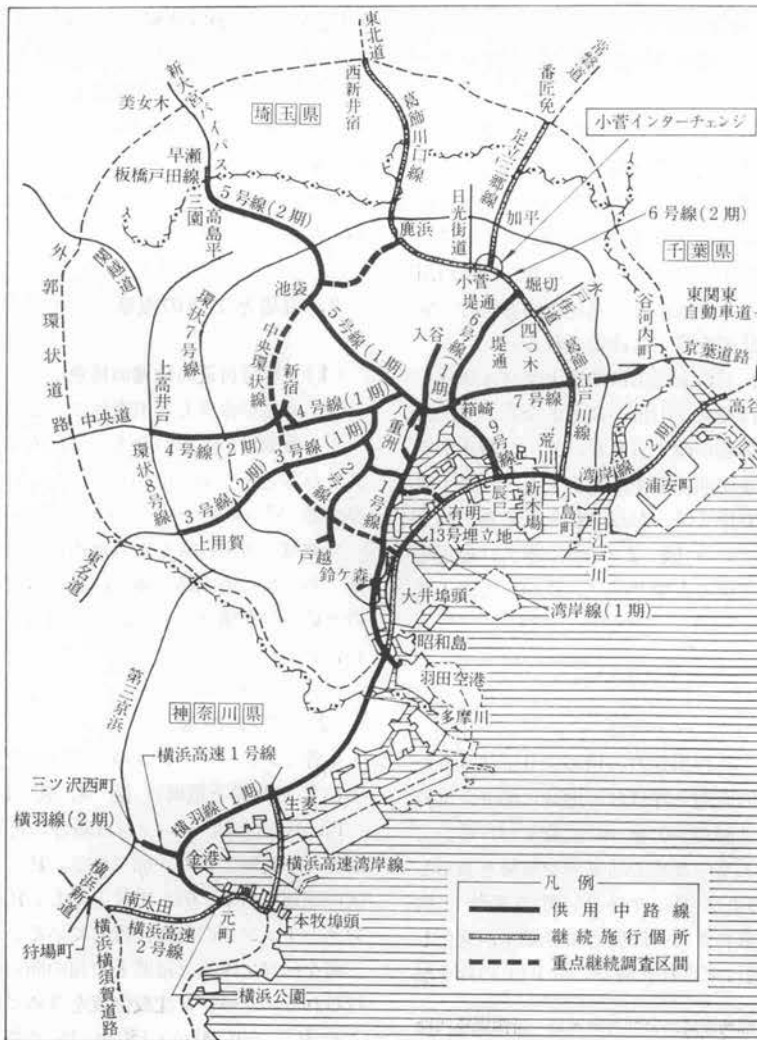
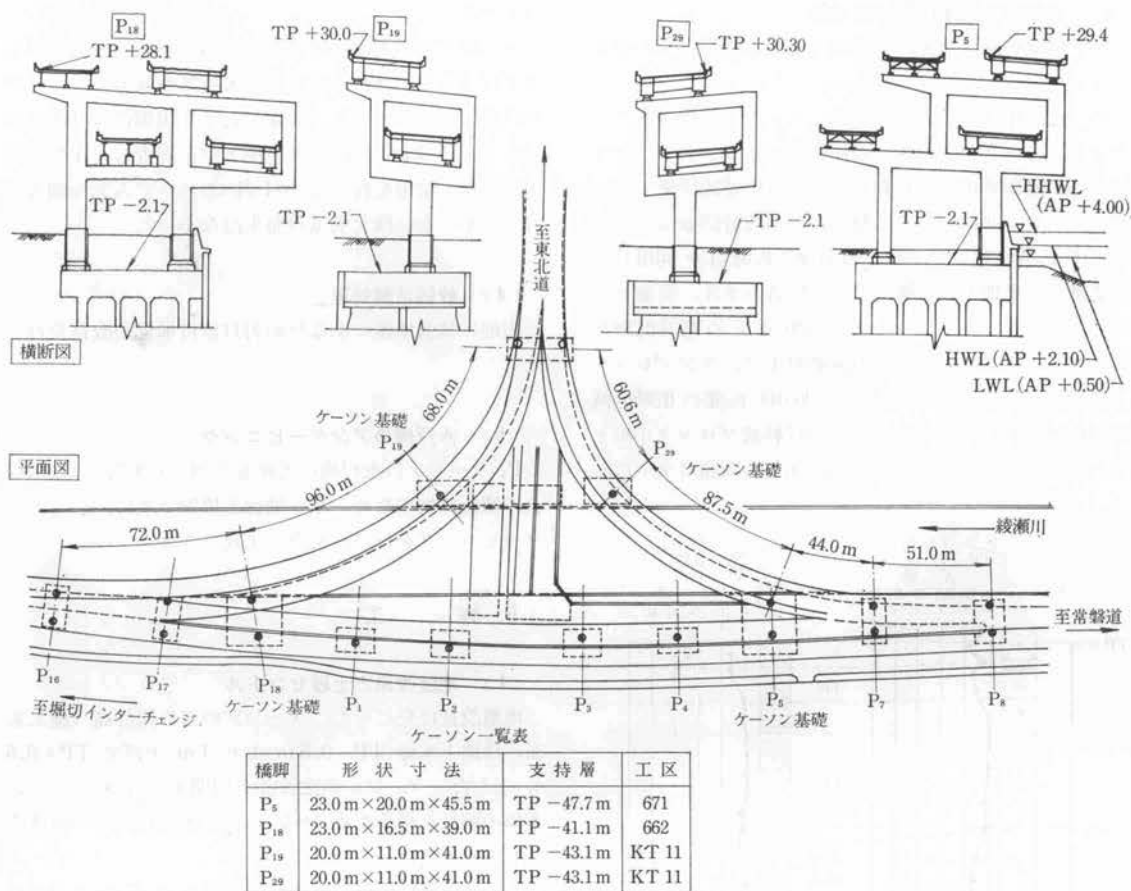
表—1 ケーソンの数量諸元

		P_{18} ケーソン	P_5 ケーソン
ケーソン寸法		23.0×16.5×39.0 m	23.0×20.0×45.5 m
掘削土量		16,137 m³	22,575 m³
コンクリート	軀体	6,282 m³	8,678 m³
	頂版	1,948 m³	2,806 m³
	計	8,230 m³	11,474 m³
中詰コンクリート		674 m³	772 m³
鉄筋量	軀体	680 t	1,032 t
	頂版	219 t	317 t
	計	899 t	1,349 t

（4） P_5 の現場条件

P_5 のケーソンは 671 工区の端部にあたり，水戸橋を横断する水戸橋，旧水戸街道と河川に併行する道路の旧水戸橋交差点に入り込んだ位置に沈設される。P_5 ケーソンから水戸橋，民家までの距離はそれぞれ 10 m，18 m である。水戸橋は昭和 29 年に建造された単純鈑桁 3 連 11 m@3 連の 2 等橋で，下部工は RC 杭 ϕ400，L=9.0 m の杭基礎上の RC ラーメン橋台橋脚各 2 基からなっている。建造当時の設計天端と現地実測から 26 年間に橋梁自体約 20 cm 沈下し，橋脚に割れ，クラック，橋台と桁沓も 3 cm ずれを生じ，老朽化している。

図—1 首都高速道路建設事業施工個所図

橋脚	形 状 寸 法	支 持 層	工 区
P_5	23.0 m×20.0 m×45.5 m	TP −47.7 m	671
P_{18}	23.0 m×16.5 m×39.0 m	TP −41.1 m	662
P_{19}	20.0 m×11.0 m×41.0 m	TP −43.1 m	KT 11
P_{29}	20.0 m×11.0 m×41.0 m	TP −43.1 m	KT 11

図—2 小菅インターチェンジ一般図

4. 対　　策

前述の地域の特殊性と現場の現況を考慮し，次のような対策を行う。

(1) 河川に対する防衛対策

P_5～P_{18} まで締切は一体となっているが，ケーソンが長期にわたるので P_{18} および P_5 は単独でも独立した締切にしておく。

当工事現場を含めて綾瀬川左岸沿いで建設中の6号線（II期）は東京都より一級河川綾瀬川高潮対策護岸工事を受託し，高速道路下部工と一部一体構造として同時施工を行っている。このため，河川沿いの深いフーチング基礎と新設護岸工事中，旧河川護岸にかわるものとしてフーチングの河川側（前面）と道路側（背面）に AP +4.0 m の高さに鋼管矢板等で締切を行っている。またフーチング間の護岸工事は背面に鋼矢板による二重締切を行うため，これらの締切が連続して河川沿いに帯状に締切った作業帯となる。

(2) ケーソン沈設時の周辺地盤に対する影響を最小限にするための対策

① 締切用鋼管矢板の継ぎ足しによる周辺地盤沈下の防護を行う。P_5 については橋梁，民家および旧水戸街道に東電，水道などの地下埋設物があるため，中掘式圧入工法による施工限度まで鋼管矢板 $\phi 1{,}000$ を 12 m 継ぎ足して 38 m とし，洪積層の7号地層の締まった地層まで延長してケーソン沈下による周辺地盤への影響を減じようとするものである。P_{18} ケーソンでは，近接して影響を与える構造物がないので，頂版施工のための締切工（前面 $\phi 1{,}000$，背面 $\phi 600$，杭長 24.0 m の鋼管矢板）を用い，締切の継ぎ足しをしなかった。

② P_{18} および P_5 とも土質試験結果等を考慮しても周辺摩擦が大きいので，フリクションカットを設けることとしたが，5 cm ずつ2段に設け，周辺地盤に対する急激な影響を避けることとし，フリクションカットによる影響はケーソン周辺の埋土を補給し，水締めを毎日行うこととした。

③ ケーソン沈設時にはエアジェットの利用，水荷重を使用し，極力減圧沈下は避けることとした。

（3）　近接する民家に対する対策

①　作業時間は地元の了解のうえ，7時から 22 時までとした。

②　沈設作業は数カ月連続し，ロックの吸排気音，バケット，キャリヤ，ロックの操作音，ホッパおよびウインチ等の操作音が考えられるが，建設中連続圧気するためコンプレッサについて，特に夜間の防音防振について考慮する。P_5 については，背面鋼矢板締切を利用し，作業帯内に半地下式の構造とし，防音パネル，軽量コンクリートブロックにより防音し，30 ホンの騒音低減を図った。またコンプレッサの振動対策は，コンプレッサと基礎に振動絶縁材を使用して 25 dB 程度の振動低減を図った。P_{18} のコンプレッサ室は軽量ブロック小屋としたが，民家からの距離が 60 m あり，問題はまったくなかった。

地層層序表

時代	地層名		層相	N 値
沖積層	最上部層	Ao	砂質土・粘性土・瓦れき	5～7
	有楽町層	上部 Yu	ゆるい細砂・砂質シルト	1～2
		下部 Yl	軟いシルト・粘土	0～6
	七号地層	Nas	やや軟いシルト・粘土と	4～50
洪積世		Nac	やや締まった砂の互層	6～19
	東京れき層	Tgs	締まった砂・れき混り砂 砂れき	50 以上
	江戸川層	Ed	締まった砂・硬い粘土・砂 砂れきの互層・シルト	30～50 7～15

図—3　地質柱状図

③　酸欠空気漏出対策のため調査の実施……右岸 P_{29} および P_{19} 施工時，井戸より酸欠空気の漏出があり，密閉閉塞したことがあり，酸素欠乏防止規則により圧気開始より半径 1 km 以内の井戸地下室を調査し，圧気期間中断気後も監視を行った。84 件について入念な調査を行ったが，幸い酸欠空気の発生はなかった。

（4）　軟弱地盤対策

当地は軟弱地盤であるため刃口据付地盤の改良を行った。

（5）　水戸橋のアンダーピニング

P_5 ケーソンは水戸橋に近接施工するので，万一の場合の機能維持のため，左岸橋台と橋脚2基についてアンダーピニングを行い，安全に沈設できた。

5. 施　　工

（1）　地盤改良と土砂セントル

地盤改良に先だって，ケーソンの刃口据付高（施工基面）は地下水面 TP−0.5 m より 1 m 上げて TP+0.5 m とした。ケーソンの沈設は，初期沈下時のケーソン本体の剛性を得るため 1～2 ロット構築し，つり桁構造として実施した。

ケーソン据付位置の原地盤の地耐力は 7.4～9.9 t/m² であり，1～2 ロットの重量が P_{18} で 3,280 t, P_5 で 3,867 t であって，1～2 ロットを支持できない。したがって，ケーソンの自重を沈下抵抗（刃口周辺の反力＋圧気による昇圧力＋周面摩擦力）のつり合いより 1～2 ロット自重を支持できる原地盤の深さを求め，この間の地質を砂置換等で改良することとした。

なお，P_{18} は必要な改良厚 7.1 m をすべて砂置換によって改良した。掘削は3段に切梁腹起しを行って良質砂を転圧し，切梁腹起しを撤去しながら施工した。

P_5 は水戸橋，地下埋設物のある道路に面しているため刃口据付高さ TP+0.5 m～−3.5 m の4m を砂置換し，TP−3.5 m～TP−7.0 m 間の刃口周辺にそった幅 5.9 m の区間を薬液注入によって改良した。使用した薬液は懸濁液型水ガラス系の LW-1 号でシルト細砂層の強度増加を図った。

土砂セントルは 1～2 ロットのコンクリート打設重量を土砂により均等に支持することと，初期の函内掘削を各マテリアルロック間で対称にバランスを図りつつ掘削拡大し，安全に沈下できるので採用した。刃口幅は両ケーソンとも 20 cm とした。図—5 は地盤改良と土砂セントルの概略を図示したものである。

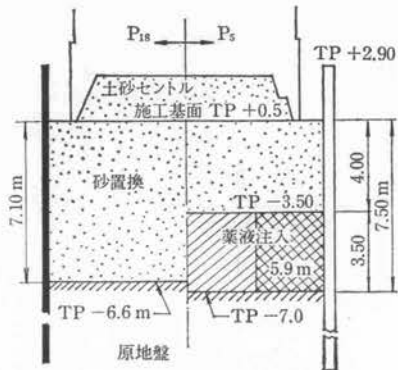
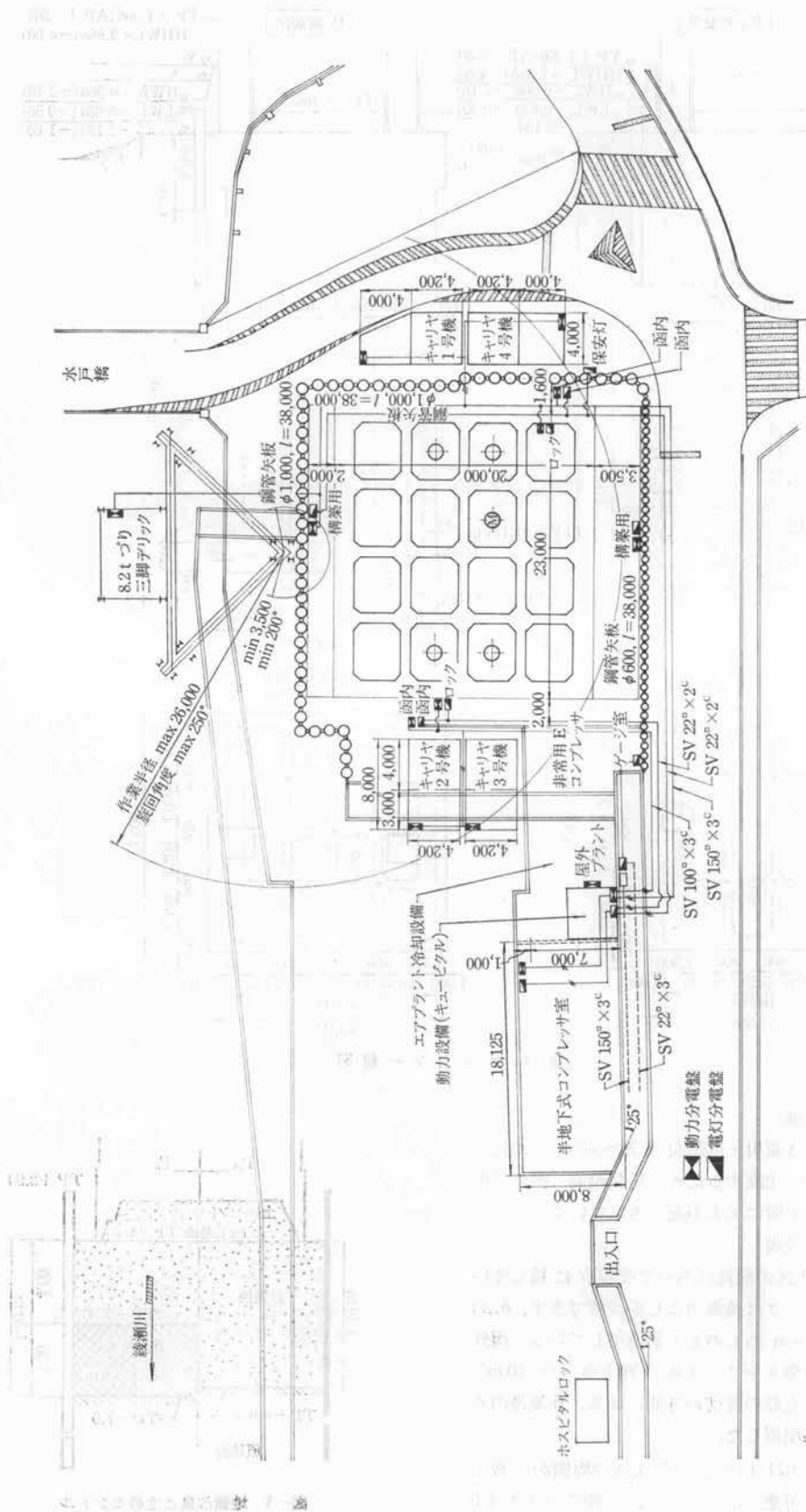
図—4 ケーソン一般図

（2） 仮 設 備

両ケーソンとも綾瀬川と道路間の 20〜33 m の細長く締切った作業帯内で沈設するため，送気設備，函外掘削設備，搬入路等の配置に工夫が凝らされている。

（a） 函外掘削設備

P_5 ケーソンは工区の端部にあって交差点に接しているため，三脚デリックは綾瀬川にしか設置できず，8.2 t づり，作業半径 26 m のものを1基使用している。函外掘削設備として門型キャリヤ4基，残土ホッパ（10 m³）4基を水戸橋交差点脇の締切の外側に2基，作業帯内のケーソン脇に2基配置した。

P_{18} ケーソンは 671 工区と 662 工区の両側から残土と資材の搬出入が可能であったので，三脚デリック 4.5

図—5 地盤改良と土砂セントル

図―6 仮設機械全体配置図

t 2 基，キャリヤ2基，残土ホッパ（10 m³）4基をケーソンの両側に設置した。

（b） 送 気 設 備

P_5 ケーソンについては，ケーソンに近い作業帯内に背面締切を利用して半地下式の小屋を作り，WN 112, 200 PS, 150 kW のコンプレッサを5台配置し，緊急用としてエンジンコンプレッサ 170 PS 2 台を設置した。P_{18} ケーソンは 662 工区の P_{16} および P_{17} の橋脚工事竣工部分に軽量ブロックの小屋を作り，WN 112, 200 PS, 150 kW のコンプレッサ4台を設置し，緊急用としてディーゼルコンプレッサ 150 PS 1 台を設置した。各々自動・調圧装置を使用している。

（c） ホスピタルロック

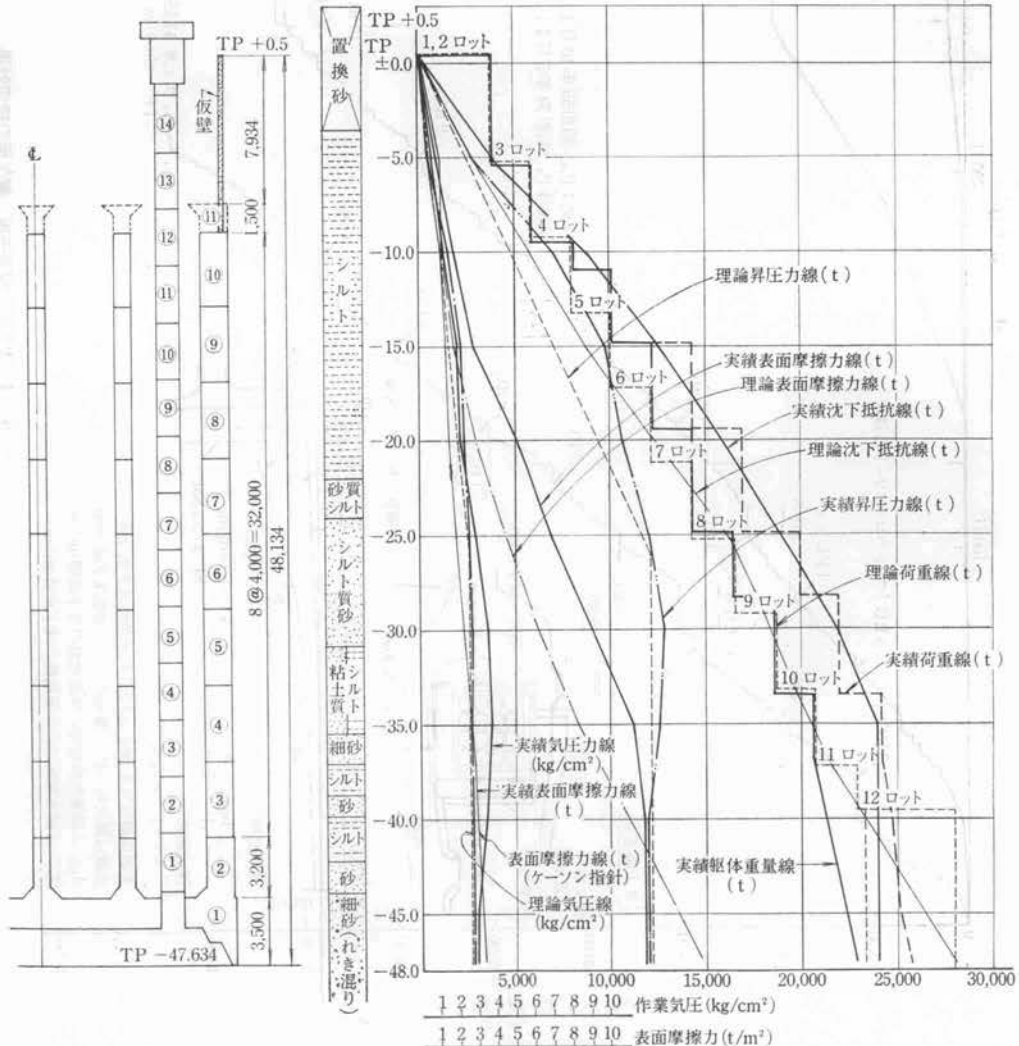
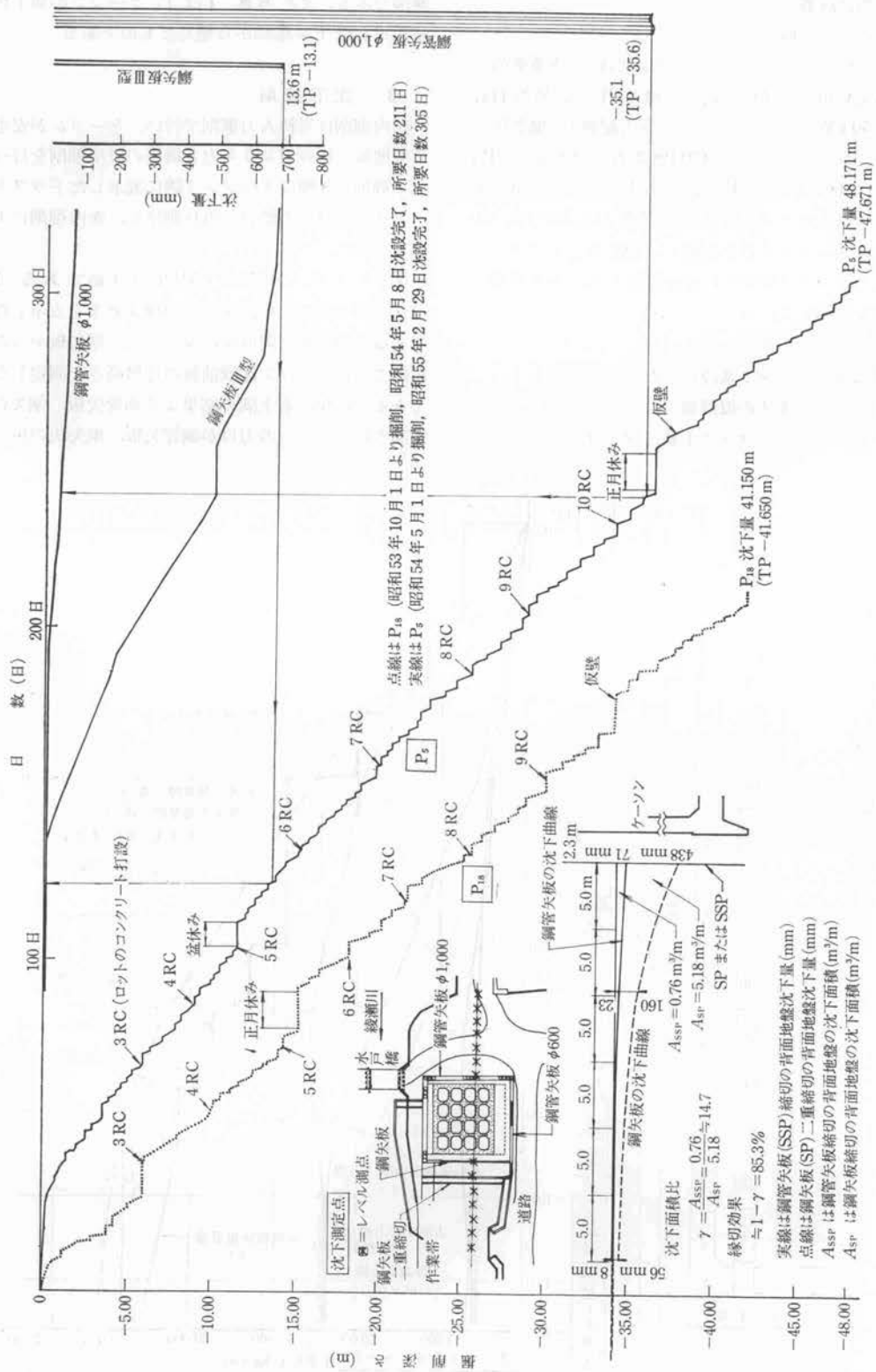
各々4人用のものを1基設置した。

（d） ケーソン本体の仮設備

各ケーソンともマンロック1基，マテリアルロック4基を設置した。**図—6** は P_5 ケーソンの仮設機械全体配置図である。また **写真—1** は P_5 ケーソンの施工状況で綾瀬川右岸 P_{29} 橋脚から望んだものである。

（3） 沈 下 掘 削

函内掘削は当初人力掘削で行い，ケーソンが安定した7号地層の細砂層より人力と機械の併用掘削を行った。沈下掘削の管理はケーソン4隅に表示したドラフトマークよりケーソンの傾斜を毎日測定し，函内掘削により修正を行った。

図—7 は P_5 の理論沈下関係図と実績である。**図—8** は沈下図と鋼管矢板，鋼矢板の縁切効果を表示したものである。図中左下隅の図は鋼管矢板，鋼矢板からの一定距離ごとにケーソン沈設前後の地盤高さを測定した結果である。図中，右上隅の結果より鋼管矢板，鋼矢板の天端高さはケーソンの刃口が鋼管矢板，鋼矢板の根入れ深

図—7 P_5 ケーソン理論沈下関係図と実績

図—8　沈下図と鋼管矢板，鋼矢板の縁切効果

さを通過してから沈下が明瞭になる。また鋼管矢板の効果は，根入れの浅い鋼矢板を普通の地山と見なして鋼管矢板と沈下面積で比較すれば，おおよそ85％沈下を防いだと考えられる。

（4） 構　築

コンクリート打設はポンプ車を使用した。1ロット当りのコンクリートは P_{18} で約700 m³，P_5 で約830 m³であるので，ポンプ車はそれぞれ2台と3台を配置した。3ロット以後の沈設ロットには早強コンクリートH 242 Bを使用した。なお，1～2ロットと頂版は普通コンクリートN 242 Bを使用し，中詰コンクリートはN 152 Bを使用した。

ロット用内型枠はすでに打設したロットの隔壁につり足場を固定し，順次立上げた。外型枠はケーソンの締切工の内側の作業スペースを利用して着脱した。P_5 の内型枠は隔壁の内寸法のフレームに型枠を取付け，トラッククレーンでスライドして省力化を図った。3ロットから最終ロットを除く各ロットについて，1ロット当りの沈下掘削，構築艤装等の平均サイクルタイムは P_{18} で19日，P_5 で23日であった。**写真—2** は構築中の P_5 ケーソンである。

（5） 中詰コンクリート打設

中詰コンクリート打設は地耐力試験確認後に行った。中詰コンクリートの打設はブローパイプ上端に取付けたボールバルブにポンプ車のホースを接続し，各シャフトで看視しながらポンプ車3台で連続打設した。打設中の函内送気は各ロックから送気した。コンクリート終了の確認は各シャフト穴で，最終確認はブローパイプからのモルタル噴出で行った。

写真—1 P_5 ケーソン施工状況

（6） 施工精度

P_{18} および P_5 ケーソンの沈設後の精度と水平偏位量は**図—9**のとおり良好であった。

6. 実績工程

P_{18} および P_5 ケーソンの実績工期は，締切工から埋戻し工まで通算すると約3年となった。実績工程表は

写真—2 構築中の P_5 ケーソン

諸量 ＼ ケーソン	P_{18}	P_5
設計刃口高	TP −41.134 m	TP −47.634 m
沈設刃口高	TP −41.150 m	TP −47.671 m
沈設誤差	−16 mm	37 mm
不等沈下量	6 mm	19 mm
傾斜	1/4,718	1/1,604

図—9 沈設後の精度と水平偏位量

表—2 に示すとおりである。ケーソンの実績工期を砂置換から中詰コンクリート打設終了までとしても 17〜18 カ月を要している。断気後，頂版施工埋戻しまで 8.5〜9 カ月を要しているのは，両ケーソンとも構造上，沈設したロット上に張出した頂版を施工し，橋脚建込み後，橋脚胴巻コンクリート，河川護岸を頂版上に施工するためである。

なお，張出した頂版施工は，最終ロットに仮壁と土留工を施工して沈設し，断気後，ケーソンの締切工と仮壁間に土留工を拡張しながら頂版底面位置まで掘削し，頂版施工の作業空間を確保する予備作業を伴った。

7. あとがき

綾瀬川左岸沿いの 2 基の大型ケーソンは都市内の天井川と軟弱地盤と密集した民家に接した特異な条件下で無事沈設を終えた。長い年月の施工であったが，いまさらながら場所柄を感ずる次第である。周辺地盤に対する影響は絶無とはいえないが，締切鋼管を延長した縁切効果があったと考える。

最後に，ご指導いただいた第三建設部各位，熱意を結集して施工に当られた大成・若築 J.V，熊谷組の各位に厚くお礼申し上げます。

本報告が都市内でのケーソン工事について多少なりとも参考となればはなはだ幸いであります。

参 考 文 献

1) 山内 博・和泉公比古：「小菅インターチェンジ付近大型ケーソンの支持地盤の検討」"首都公団技報" 第 11 号 (1979)

表—2 P_{18} および P_5 ケーソンの実績工程表

ケーソン名 ＼ 年度	52 年度 (4〜3 月)	53 年度 (4〜3 月)	54 年度 (4〜3 月)	55 年度 (4〜3 月)
P_{18} ケーソン	障害物撤去と締切工 / 切回し道路 / 9.7 カ月 / 障害物撤去 砂置換，土砂セントル	6.3 カ月 / 構築〜仮設備撤去 / 10/10 (沈下掘削〜中詰コンクリート) 5/11 / 11 カ月 / 8 カ月	土留切拡げ，頂版・脚胴巻護岸埋戻し / 締切切断 / (頂版本体 2.2 カ月) / 9 カ月	
P_5 ケーソン	切回し道路，締切工 / 7.7 カ月	6.5 カ月 / 締切工 1.6 カ月 / 砂置換，土砂セントル / 薬注 / 3.9 カ月	ロット構築〜仮設備撤去 / 5/1 (沈下掘削〜中詰コンクリート) 3/10 / 13.9 カ月 / 10.3 カ月	土留切拡げ，頂版・脚胴巻護岸埋戻し / 締切切断 / (頂版本体 2.1 カ月) / 8.5 カ月

凡例：━━▶ 実績　- - -▶ 予定

大口径パイプルーフを利用した線路下横断地下道工法

竹　田　省　三*

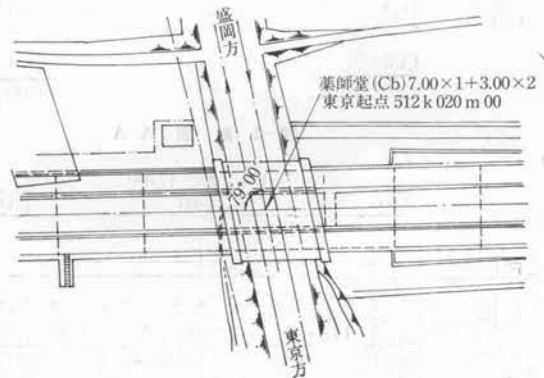
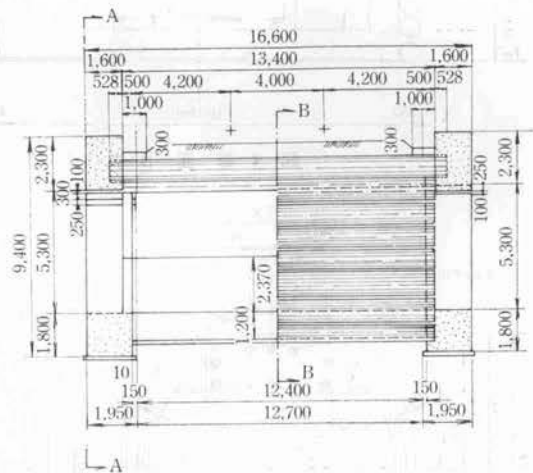
1. まえがき

近年，立体交差の計画および工事が数多くなっているが，鉄道営業線下を通る場合は特に施工時の軌道に及ぼす影響が大きな問題となる。このような計画および工事は，従来工事桁を利用した開削工法によるボックスカルバートやフロンテジャッキング工法，小口径のパイプルーフ工法などがある。ここに紹介する新工法は，大口径のパイプを使用し，それを本体構造の一部として利用するところに大きな特徴をもっている。東北本線の立体交差工事で昭和 52 年当初から盛岡工事局と西松建設の共同開発による工法（NNCB）で，設計上多少の差異があるが，4 個所を施工している。そのうちの 1 個所として，東北本線石鳥谷～日詰間の薬師堂架道工事について紹介する。

この構造は，本体と仮設が一体となっており，本体も仮設の働きをするとともに，仮設構造もまた本体の一部に役立っている。このように特殊の構造であるため構造を設計施工の両面から概要を述べる。

2. 構造の概要

一般にボックスカルバートは外力に対しボックスラーメン構造で抵抗させるが，本構造は鉛直荷重に対し入口・出口部の受梁を支点とし，長手方向の梁部材で抵抗させる。なお，受梁は受台で支持される。梁部材は圧入された鋼管の中に鉄骨・鉄筋コンクリートによる円形のプレキャストビーム（サーキュラビーム）を挿入して築造される。一方，側圧に対しては，サイドパイプに施工時の仮土留材の働きをさせ，完成時にはU形の鉄筋コンクリートによって側壁底版構造で抵抗させるものである。

* *Shozo Takeda* 日本国有鉄道盛岡工事局工事第三課長

図―1 位置平面図

図―2 縦断図

図―1 に位置平面図を，図―2 に縦断図を，図―3 に正面図を，図―4 に横断図をそれぞれ示す。

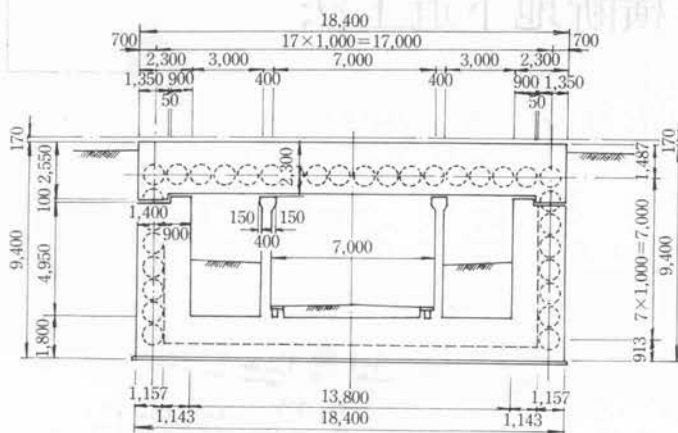
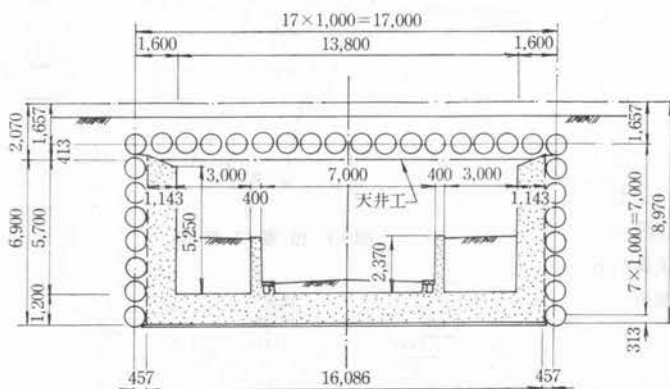
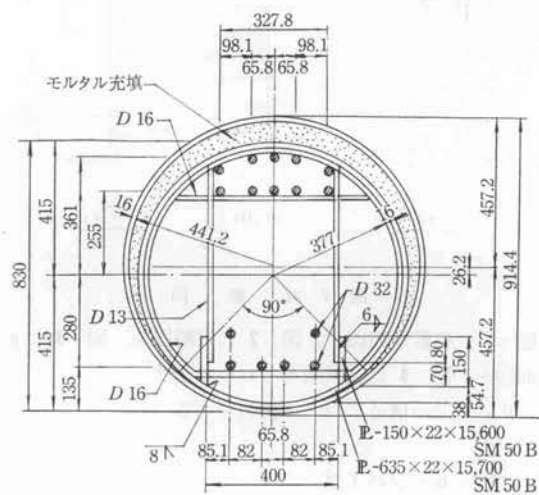
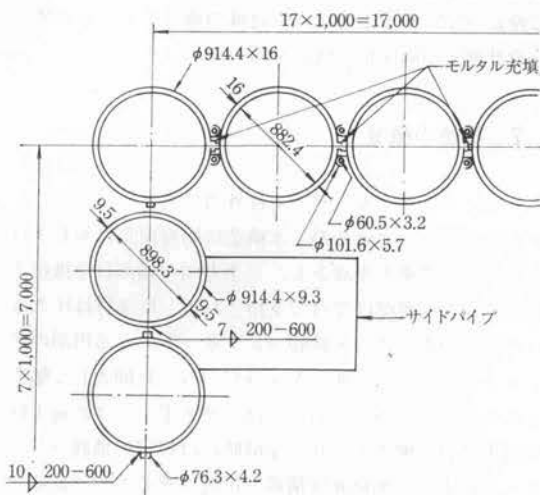
次に各部の構造について説明をする。

(1) ルーフパイプ

横断面を図―5 に示す。ルーフパイプ本体とパイプ内

に挿入するサーキュラビームが一体として強度計算をしている。円形断面を有効に利用するために引張材として曲げ加工を施した鋼板を用い，圧縮鉄筋をスパン中央部に配置している。

ルーフパイプに使用した鋼管は JIS 5525・STK 41, ϕ 914 mm, t=16 mm, L=14.9 m のスパイラル鋼管で，継手なしで1本物を用いた。

また，ルーフパイプ相互の継手は図―6に示すように防水および横の剛性を増すためと圧入施工の精度を高めるために2本のガイドパイプを取付け，圧入完了後，その間にモルタルを注入充填した。

図―3 断 面 A-A

図―4 断 面 B-B

図―5 横 断 面 図

（2） サイドパイプ

サイドパイプはルーフパイプと異なり側圧が大きいため，本体として考えると不経済で構造的バランスがとれないために施工時の仮設材としており，掘削施工時には図―7，図―8 のように切梁で支持させている。

（3） 受　　梁

ルーフパイプの支点となる部分で，その接合部は図―9に示すように斜め筋により反力を伝達させる。

（4） U 形 受 台

受梁の反力を受けるとともに，施工時において側圧を受けるサイドパイプの支点ともなる。

3. 設計の問題点およびその解決

（1） ルーフパイプ

パイプ本体のみで永久構造物として使用することを考えたが，列車荷重を受ける構造物として使用するには現時点では不安要素があるため，パイプとサーキュラビーム

図―6 パイプ継手詳細図

との重ね梁的な考え方で設計している。腐蝕の問題に対し完全な対処が困難なため今回は腐蝕代 4.5mm を考え，パイプ厚を 16mm としている。

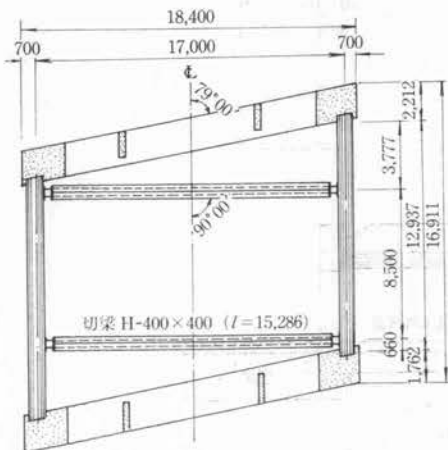
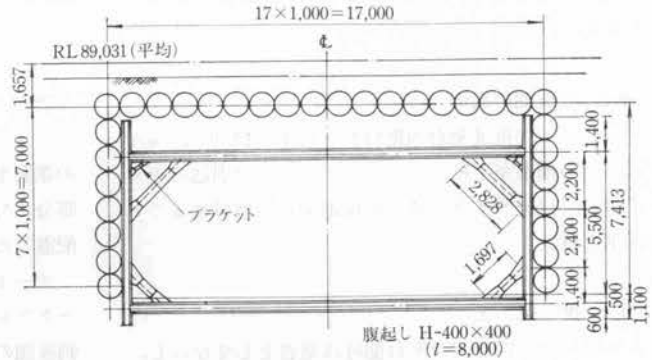
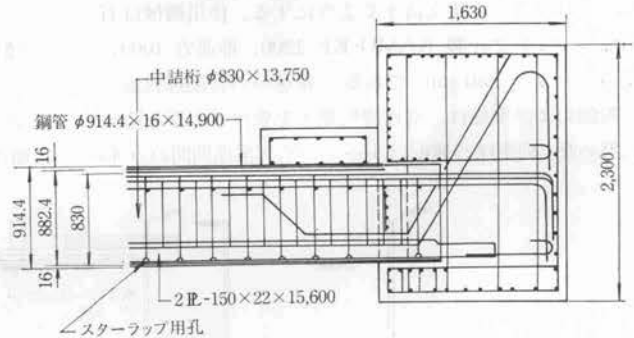
(2) サイドパイプ

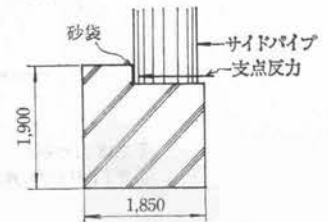
サイドパイプはルーフパイプと同様に本体の一部に利用できないかと考えたが，側圧に対してサイドパイプを両端の受台で支持させると応力が非常に大きく，パイプおよび受台が極端に大きくなるため不経済であり，構造的なバランスも悪いためサイドパイプは仮設材として使用している。パイプ厚は 9.5mm である。

(3) 受　梁

受梁と受台を一体としてボックスラーメン構造とすれば受梁に常時ねじれモーメントが作用し，受台の柱部には2方向の曲げモーメントが作用することになり，断面がいずれも極端に大きくなってしまう。したがって受梁と受台を分離し，パイプ方向に回転を許し，常時にねじりモーメントが発生しないようにした。このため支承としてゴム支承を用いた。またルーフパイプと受梁の接合部は図―9に示すように斜め筋を配置するほか，用心のためパイプ断面内の引張鋼板を受梁内部まで延長している。

(4) U形受台および内部のU形側壁底版構造

前述のように側壁をルーフ部のようにパイプを永久構造の一部として活用するかどうかについては，施工性，経済性の両面から種々検討を重ねたが，結局は前述のような構造が本工事においてはすぐれているとの結論を得た。受台の柱部は施工時の土留材であるサイドパイプの支点となるため，柱断面にねじりモーメントが作用する。そのため仮設切梁を用いてモーメントの低減を図った。

図―8 切梁断面図

図―9 横梁・縦梁接合部

図―10

また，図―10に示すように，受台の柱部とサイドパイプの間には砂袋を挿入し，施工時においては砂袋を介してサイドパイプを支持し，完成時においては砂袋を破って施工時に受台に作用していた反力を解放するようにした。

図―7 切梁平面図

4. 施工概要

施工順序図に従い説明をする（図―11 参照）。

(1) 立坑の設置

立坑の仮土留は，地質の状況により鋼矢板またはH鋼と横矢板によるが，湧水を考慮すると鋼矢板が望ましいが，ここでは砂れき層等のためH鋼を採用している。打込機械は D-25 アースオーガ併用リーダを使用した。な

お，立坑は発進側（$W21.4\times L21.0$），到達側（$W21.4\times L5.0$）である。

（2） 立坑部の掘削

ルーフパイプ推進架台の据付盤まで1次掘削し，ルーフパイプの推進完了後，サーキュラビームの引込みセットを行い，以後サイドパイプの推進架台の据付盤まで2次掘削を行う。

（3） 推　進　工

ルーフパイプ推進機の架台据付は架台としてならし，コンクリートを打設し，その上にH鋼 300×300 を敷設し，それにより直接支持するようにする。使用機械は石川島コーリング社製 KAMO-KE-1200，推進力 100 t，使用オーガ φ850 mm である。推進時の営業線軌道狂い観測および整備は，別途専門業者を張付け，事故防止に努めた。列車徐行運転はルーフパイプ推進期間のみ 45 km/hr とし，以後は正常運転で施工した。

（4） サーキュラビームの製作と引込み

製作ヤードは型枠の転用および養生期間を考慮し，3ベースを用意し，鋼製の円形型枠を 2.5 基準備した。この鋼製型枠は均質なコンクリートが打設できるように3等分に分割し，常に上部からコンクリートを打込むよう配慮した。

サーキュラビームのルーフパイプ内への引込みはトラッククレーン 30 t×2 台で相づりし，架台にセット後，到達側のウインチで引込みする。パイプとのすき間には無収縮モルタルを注入し，完了となる。

（5） サイドパイプの推進

ルーフ部完了後，立坑の2次掘削を行い，発進台は仮土留のH鋼を利用して門型に組立てて架台とした。架台は順次下げながら推進する。

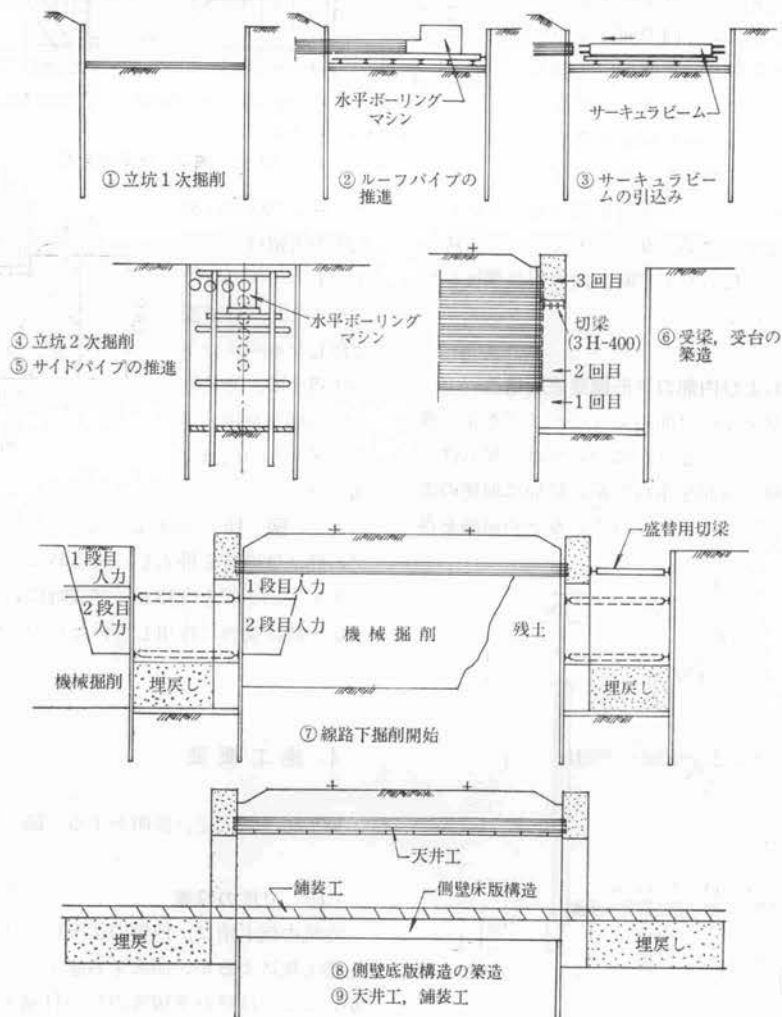



図-11 施 工 順 序 図

(6) 受梁，受台の構築

受台の柱部のコンクリート打設に先立ち，切梁を取付け，柱部を構築する。またサイドパイプの支点は砂袋を介して受台柱部にとる。受梁構築時には折曲げ筋を圧接し，所定の形状にした後，コンクリート打設を行った。

(7) 線路下部の掘削

受梁が所定の強度に達したのち掘削をする。最初は人力で安全こう配まで掘削し，次に機械掘削にした。なお掘削しながらサイドパイプの補強仮設材を設置した。使用機械はバックホウ (0.3 m³) とタイヤドーザによった。

(8) U形側壁底版の構築

掘削が完了するとU形側壁底版を構築する。そして所要強度に達したのち受台とサイドパイプの支点としていた砂袋を除去し，受台のパイプによる側圧を解放するとともに補強仮設材を撤去し，側圧をU形側壁に全面的に支持させ，本体工事が完了する。

(9) 天井工

天井部はルーフパイプが露出しているため，露出部のパイプに塗装を施し，樹脂コーティングしたルーフデッキを取付け，化粧壁の代りとし，漏水に対する排水樋の役割をさせている。

5. 本工法の特色

① ルーフパイプ内に所定の強度を有するサーキュラビームを作り，入口・出口部の受梁，受台を構築した段階ですでに完成時と同じ構造となり，その後の線路下の掘削時の安全性は万全である。

② 全断面掘削が可能であり，掘削スピードが他工法に比較にならないほど早い。

③ 列車徐行期間がルーフパイプ推進期間(約1カ月)のみでよいため極端に短い。

④ 構造物天端からの土被りはパイプの径が他の工法と比べて大きいが，ボックスカルバート等の頂版が省略できるので大きな差はない。

⑤ 経済性については，徐行期間，軌道整備期間が短く，総合的には有利である。

6. あとがき

以上，工事の概要について紹介したが，この工法は，NNCB 工法と称し日本国有鉄道と西松建設が東北大学尾坂教授，東北学院大学松本助教授の指導のもとに共同開発したものである。今後，設計施工について改良を加え，より良い地下道の建設に役立って行くものと思う。

NATMによる第2名塩トンネルの施工

須々木　　茂*　田　中　隆　徳**

1. はじめに

福知山線は大阪から尼崎市，宝塚市，三田市を経由して福知山で山陰本線と連絡する延長 110 km の路線である。近年宝塚以北においても沿線で約 20 万人に及ぶ大規模な住宅団地の造成が計画または施工されている。これらの沿線人口の増加に対応するため，大阪から 50 km 圏内にある篠山口までを複線電化して大都市交通線として抜本的に整備増強する計画が進められている。

この計画の中で宝塚までは1期工事として完成に近づいているが，宝塚～篠山口間 42.4 km のうち，生瀬～道場間 12.2 km は，現在線が武庫川渓谷沿いを走り，線形が悪く，周辺の地形も急峻で線増工事を施工する余地がないため大部分がトンネルによる別線複線ルートになっている(図―1 参照)。その中で第1名塩 (1,470 m)，第2名塩 (2,960 m)，第2武田尾 (705 m)，第1道場 (1,235 m)，第2道場 (150 m) のトンネルは着工され，順調な経過を示している。

図―1　第2名塩トンネル位置図

* *Shigeru Susuki* 日本国有鉄道大阪工事局生瀬工事区長
** *Takanori Tanaka* 大成建設（株）国鉄名塩トンネル作業所長

路線中最長の第2名塩トンネルは片押し施工で 1,400 m (8 月末現在) 掘削済みであり，以下その概況について述べる。

2. 地質・地形

両坑口付近はいずれも急崖を形成しているが，土被りは 30～250 m で上部は緩やかな階段型の水田やゴルフ場であり，終点方は急な斜面をなして一部に崖錐もあらわれている。

地質は大部分が中生代白亜紀～新生代古第三紀に属する有馬層群の流紋岩によって構成されているが，起点方には有馬層群を被覆する形で新生代中新生に属する神戸層の角れき凝灰岩，含れき砂岩が分布している (図―2 参照)。

起点方坑口付近の神戸層群は弾性波速度 2.2～2.4 km/sec で一軸圧縮強度も 100～200 kg/cm² とやわらかい。乾燥状態では比較的安定しているが，湧水による強度低下は著しい。有馬層群の流紋岩は弾性波速度 4.0～4.8 km/sec，一軸圧縮強度も 800～1,700 kg/cm² と全体的に安定している。数個所に介在する弾性波速度 2.0～3.0 km/sec の低速度帯はかなり破砕され，湧水も多くみられる。

3. 施工概況 (図―3 参照)

第2名塩トンネルはレール方式による 2,960 m の片押し施工である。工法は NATM を採用している。NATM の概要については種々発表されているので今回は省略する。第2名塩トンネルにおける NATM の施

工順序は，①せん孔，発破，②コンクリート吹付，③ずり出し，④ロックボルトを標準としている（図—4 参照）。

トンネル工事における工法の選択と機械設備の選択はその工事の成否を決定するといっても過言ではない。第2名塩トンネルにおいては安全性と作業環境を考慮した機械化を計っている。以下，その概要について紹介する。

4. 掘 削 工

NATM においては発破による掘削周辺地山の損傷を極力押え，平滑に掘削することが要求される。第2名塩トンネルにおける掘削は心抜きにシリンダカットを併用したスムースブラスティング（SB 工法）を採用している。いずれも発破孔の位置は正確であり，平行にせん孔しなければならない。また，トンネルの1発破掘進長は地山の強度，湧水，掘削断面等により左右され，その自立時間により決定される。

（1） せん孔機械

発破法および1発破掘進長はせん孔機械の決定要因となる。機種および容量は1孔当りの最大せん孔長，1発破当りの延べせん孔長，トンネルの形状および岩種等により決定される。第2名塩トンネルにおいては作業環境をも考慮して油圧さく岩機搭載クローラジャンボを導入している。油圧さく岩機についての詳細は，種々発表されているので今回は省略し，施工体験について述べる。

（a） せん孔能力

せん孔速度においては空気式さく岩機の2～2.5倍（1.0～1.5 m/min）の能力を有している。また最大せん孔能力に対する試験は行っていないが，計測孔として6mまでは経験済みである。6mのせん孔は3mの「継ぎ錐」により施工したが，錐鋼接続作業時の安全性，施工性において難点がある。メーカの早期開発が望まれる。

（b） 安 全 性

せん孔作業においての作業員は切羽

図—2 地 質 縦 断 図

に近づく必要はなく，極めて安全であるが，装薬作業における中段作業足場は改善の必要がある。作業足場は油圧ジャンボの一部として装備された機構が望ましい。

(c) 施工性

SB 発破における SB 孔，長孔発破におけるシリンダカット孔においてはより正確な平行せん孔が必要となる。使用している油圧ジャンボはブームを平行移動させるための平行同調機構とガイドセルを切羽に強く押付けて固定するフードパッドにより平行せん孔への施工性を高めている。

しかし，一方では運転者がせん孔切羽面から 7m 程度離れた位置においてレバー操作しているため，せん孔深度の確認がしにくくなっており，孔尻の不揃いが目立つ。孔尻の不揃いは発破効果の低下につながり，対応策が必要であろう。

次に，破砕帯等にみられるジャーミングについてふれる。

油圧さく岩機のフラッシングウォータは水圧 5kg/cm²，水量1台当り 30 l/min 以上が必要である。くり粉は圧力水により排出されるが，破砕帯におけるせん孔はフラッシングウォータが岩盤内へ逸水する現象がみられ，くり粉の排出効果が悪くなる。また圧力水による孔壁の崩壊，すなわち「孔荒れ」がみられ，ジャーミングの原因となっている。第2名塩トンネルにおいては，さく岩機の推進力と回転数の変化での対応およびフラッシングウォータに圧搾空気を併用したデタージェントをも採用したが，結論には至っていない。

(d) 経済性

第2名塩トンネルにおける油圧さく岩機の運転時間は 1,100 時間を越えている。現在までの経験から徹底した整備と油圧機構を熟知した運転技術が必要であり，経済性を大きく左右する要因である。

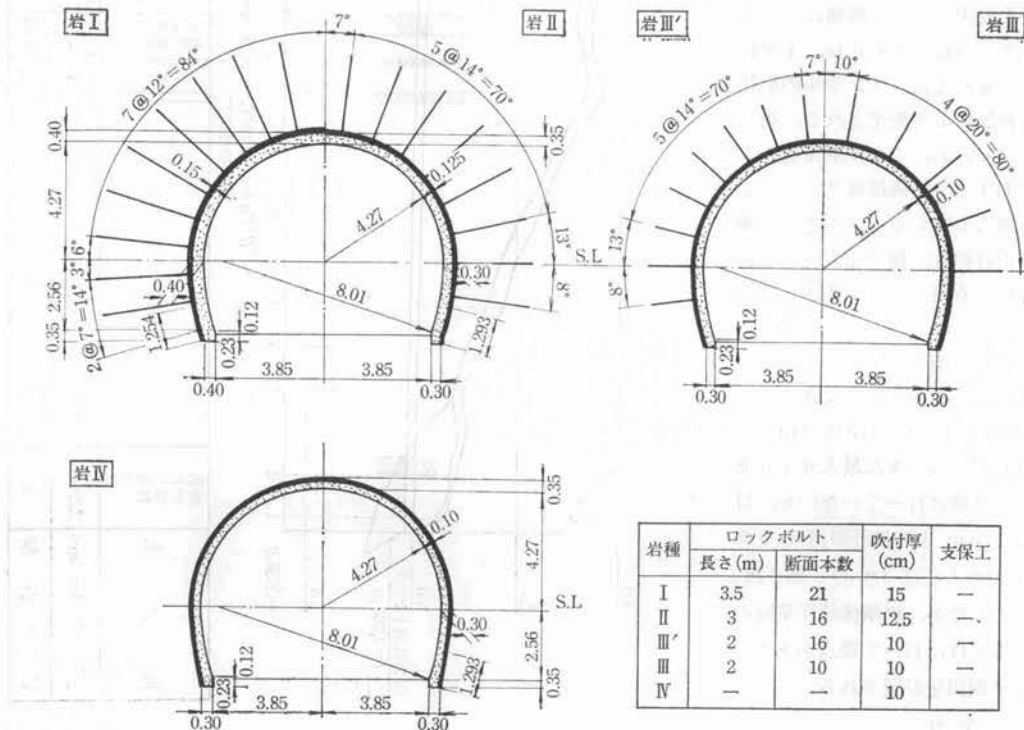
第2名塩トンネルにおいてはこれらを充実するため専門教育を受けたオペレータを1方 3〜4 名配置し，好結果を得ている。また油圧機構は高圧ホース (210 kg/cm²) を多種用いており，これらの損傷が多く，改良の必要がある。

(e) 作業環境

油圧さく岩機によるせん孔は粉塵の発生がまったくない。しかし，せん孔時の騒音は 100 ホン以上に達するため保護具の使用が必要である。また油圧機構の発熱のため切羽周辺に軽備な冷却または通気設備が必要と思われる。

(2) コソク機械

トンネル工事における落石，崩壊の事故防止は安全管理の重要なポイントである。第2名塩トンネルでは機械力によるコソクを徹底している。掘削 1,400 m までの施工実績は災害「0」であり，好結果を得ている。

岩種	ロックボルト		吹付厚 (cm)	支保工
	長さ(m)	断面本数		
Ⅰ	3.5	21	15	—
Ⅱ	3	16	12.5	—
Ⅲ′	2	16	10	—
Ⅲ	2	10	10	—
Ⅳ	—	—	10	—

図—3 岩種別掘削断面図

（3） ずり積み機械

トンネル工事におけるずり出し作業は全工程の 30〜35% を占め，トンネルの掘進速度をも左右する。ずり積み機の選択は岩種，1発破ずり量，運搬機械，作業空間，作業環境等の諸条件を勘案しなければならない。

ずり積み機の損耗は岩種により大きく左右される。第2名塩トンネルは硬岩（流紋岩）が主体であり，消耗部品の耐用時間が短くなっている。以下，その実績について述べる。

（a） タイヤプロテクタ

硬岩における積込作業条件を考慮して当初前輪にプロテクタを使用したが，後輪タイヤの損耗がはげしかったため，前輪，後輪ともプロテクタを使用している。プロテクタの耐用は 40,000 m³ であった。

（b） バケットおよびツース

バケットおよびツースの摩耗は極端に早い。バケットは2組準備し，取替え補修を繰返している。取替え補修は 25,000 m³ であり，ツースは 4,000 m³ ごとに取替えている。

（c） 内燃機関の排気ガス処理装置

先にも述べたように第2名塩トンネルにおいては作業環境の整備を重視しており，坑内で使用する内燃機関はすべて排気ガス処理装置を装備している。

（4） けん引機関車，鋼車，鋼車転倒機

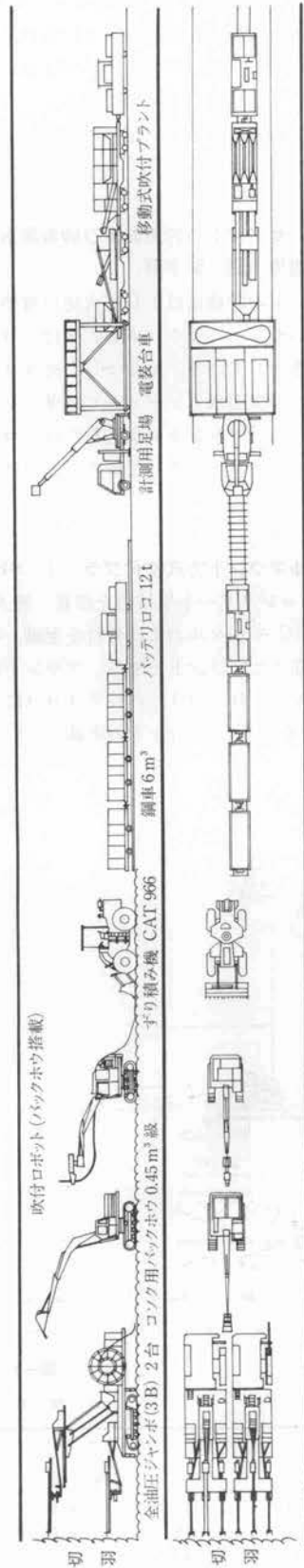
トンネル工事におけるずり出し方式は施工延長，仮設用地，土捨場，地質等諸条件を勘案して決定されるが，第2名塩トンネルにおけるずり搬出はレール方式を採用しており，けん引機関車は作業環境を考慮してバッテリロコを使用している。

5. 吹付コンクリート工

中硬岩の NATM における1次支保としての吹付コンクリートの役割は極めて重要である。吹付コンクリートの施工にあたっては以下の改良が要求される。

① はね返りが少ないこと。
② 粉塵の発生が少ないこと。
③ 吹付中剝離がないこと。
④ 初期および長期強度が高いこと。
⑤ 品質のバラツキが少ないこと。
⑥ 施工能率が高いこと。
⑦ 付着性が高いこと。
⑧ 施工性および安全性がよいこと。

等である。第2名塩トンネルにおいては最近開発された SEC 理論に基づく造殻モルタルを応用した SEC 吹付コンクリートを採用し，成功を収めている。

SEC 方式吹付コンクリートとは，コンクリートを

図—4 施工順序図

SEC 理論に基づいて混練された造殻モルタルのルートと，含水調整された乾式骨材のルートに分け，モルタルをポンプで圧送する一方，骨材をエアで圧送し，ノズル付近で合流混合して吹付けるものである。ノズル操作は吹付ロボットで行っている。以下その設備と実績について述べる。

（1） 骨材，セメントの貯蔵および砂表面水のコントロール設備（図—5 参照）

骨材，セメントの貯蔵量は1日最大使用量の3倍程度とし，後に述べるレールマウント方式吹付プラントに積込み可能な高さとしている。また SEC モルタルの製造に欠かせない砂の表面水コントロールはサンドコントローラによるが，吹付プラントに積込む直前にコントロールしている。コントロールされた砂の表面水は4% 前後となる。

（2） レールマウント方式吹付プラント（SEC 台車）

SEC 台車はコンクリート用材料を積載，搬入して現地において SEC モルタルおよび骨材を混練，吹付けるための装置を備えたプラントである。プラントは2台のボギー台車に配置されており，バッテリロコによりけん引される（図—6 参照）。以下，その実績について述べる（第2名塩トンネルにおける SEC 方式による吹付コンクリートは現在施工中であるため中間的な発表とする）。

（a） 標 準 配 合（表—1 参照）

（b） は ね 返 り

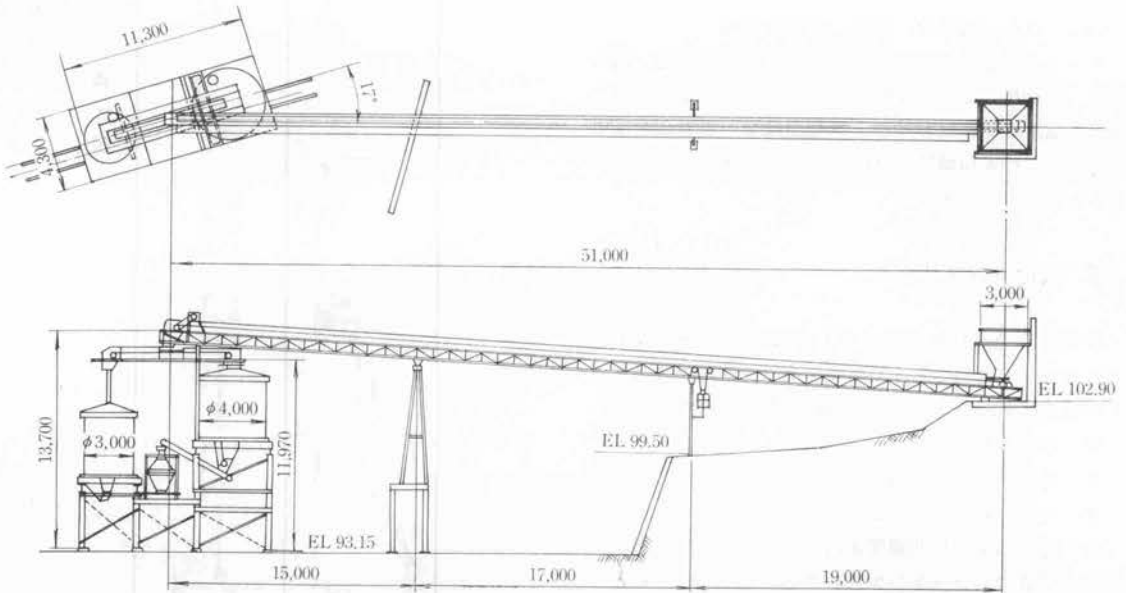
はね返りを左右する条件は種々考えられるが，おおむね配合，吹付面の形状，湧水，吹付技術，吹付厚等があげられる。第2名塩トンネルにおけるはね返り率は平均15% である。施工実績から配合についての傾向を述べると以下のようである。

① セメントの量および水セメント比に左右される。
② SEC モルタルの造殻の程度に左右される。
③ 急結剤の添加量と混合度合に左右される。
④ SEC モルタルと乾式骨材の量比に左右される。

（c） 粉塵の発生

SEC 方式吹付コンクリートにおける粉塵の発生量は極めて少ない。その最大の原因は粉塵の主成分であるセメントと砂（1/2）がモルタルとして混練されており，粉塵化しないことがあげられる。また，はね返りが少ないため結果として粉塵の発生も減少しているようである。

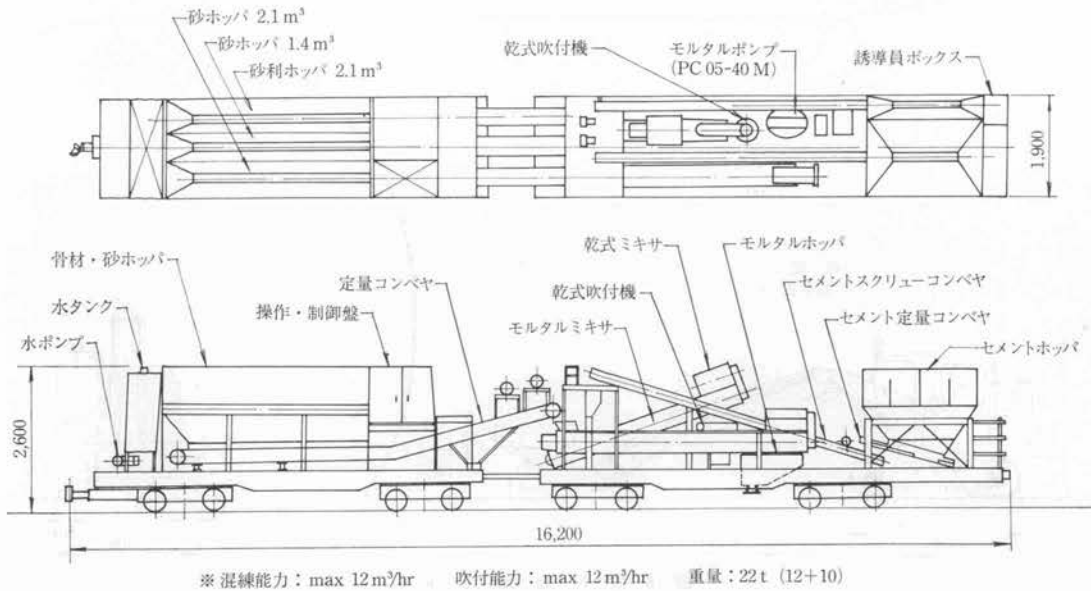
（d） 品質のバラツキ

乾式吹付における w/c の管理はノズルマンの「勘」にたよっている。ノズルマンの技術が吹付けられたコン

図—5 吹付コンクリート骨材貯蔵設備

表—1 SEC 吹付コンクリート標準配合

配合／種別	粗骨材最大寸法 (mm)	水セメント比 w/c (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m³) 水 W	セメント C	細骨材 S_1	細骨材 S_2	粗骨材 G	急結剤	減水材
配合 Ⅰ	15	50.4	70.4	173	350	612	660	580	17.5	
配合 Ⅱ	15	50.0	70.0	200	400	600	590	553	28.0	

（注） 配合Ⅰは標準，配合Ⅱは湧水帯における配合である。

※混練能力：max 12 m³/hr　吹付能力：max 12 m³/hr　重量：22 t (12+10)

図—6　レールマウント吹付プラント (SEC 台車)

クリートの品質を左右するといっても過言ではない。SEC 方式においては安定した *w/c* により施工されるため品質のバラツキが少ない。また圧縮強度試験値は高くなっている。

(e)　湧水帯における付着性

NATM において湧水帯における吹付コンクリートの付着効果については最も懸念されるところである。湧水帯における吹付コンクリートの付着が極めて悪い場合は NATM による施工が不可能であるとまで考えていた。今回第 2 名塩トンネルにおける湧水帯においては SEC 方式による吹付コンクリートを施工して自信を得ることができた。湧水帯における施工は，被圧水の圧力低下と減水を目的とした水抜ボーリングを一部施工したが，一般的には単位セメント量と急結剤の配合量を変えることにより対処している。湧水帯に吹付けると湧水口の状況に応じて「点」または「線状」に付着しない現象を見受けるが，その周囲は完全に付着している。図—7 は第2名塩トンネルにおける掘進と湧水の推移を示す。

(f)　吹付能力

第2名塩トンネルにおける全断面掘削は1発破掘進長最大 3m としている。工事の経済性の追求，作業員の労働時間の短縮等吹付コンクリートの作業時間短縮は急務であった。現在 6 m³/hr で施工中であるが，施工能力は 10 m³/hr 以上の吹付が可能である。

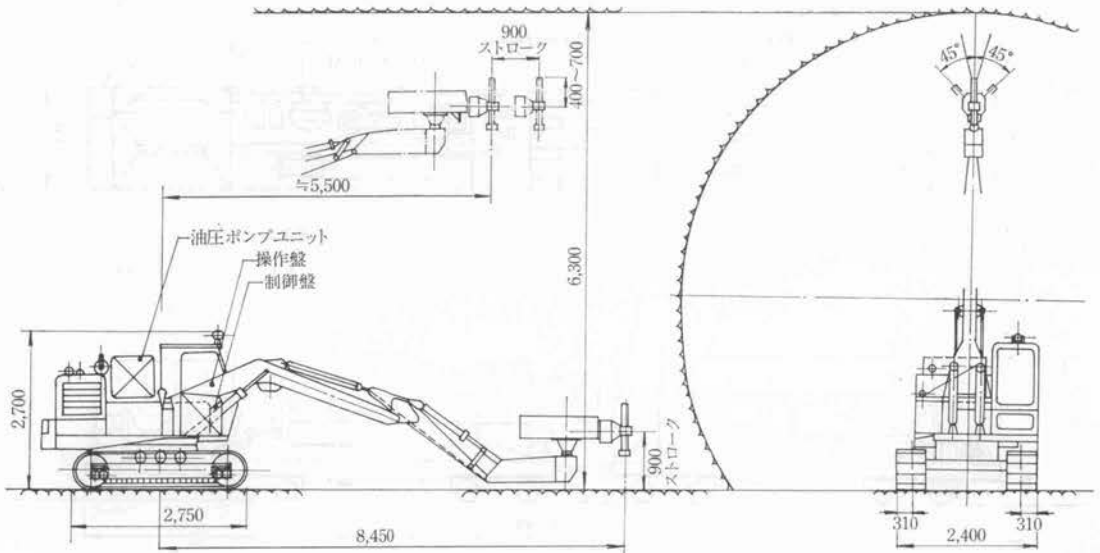
(3)　機械力によるノズル操作 (吹付ロボット)

従来吹付コンクリートにおけるノズル操作は人力による場合が一般的であった。人力によるノズル操作は作業員の安全と健康管理その他施工性についての改良点が多かった。第2名塩トンネルにおいては吹付ロボットによるノズル操作を実施し，好評を得ている。以下，ロボットによる吹付コンクリート施工について改善された事柄を述べる。なお，図—8 に吹付ロボット図を示す。

図—7　湧水量の推移

(a)　安全性

コンクリート吹付作業における労働災害は吹付面からの落石および吹付コンクリートの剥落，また圧送中のホース内閉塞によるホースおよびノズルの危険な振れ等が考えられる。

吹付ロボットによるノズル操作は，吹付面から離れた位置で自動またはレバー操作されるためこれらの危険性はなく，事故防止の面で高く評価されてよい。

図—8 吹付ロボット

(b) 作業員の健康管理

人力によるノズル操作は粉塵の発生源に接近した位置においてなされる。吹付ロボットによるノズル操作はロボットの運転席においてなされるため著しく有利となった。

(c) 施工性

コンクリートの吹付作業における上向き施工は，はね返りおよび吹付コンクリートの剝落，吹付面からの落石等に起因する危険性のため施工性が悪くなる。吹付ロボットによる施工は発破直後の効果的な施工が可能となり，長孔発破を成功させた要因の一つとなっている。

6. ロックボルト工

NATM における1次支保としてのロックボルトの役割は吹付コンクリートとともに極めて重要である。ロックボルトの作用効果と種類については種々述べられており，今回は省略する。第2名塩トンネルにおけるロックボルトの施工は油圧ジャンボをせん孔および打込足場とし，SN アンカーを使用している。以下，ロックボルトの施工手順と使用機械について述べる。

① ロックボルトの施工手順とモルタルの配合……ロックボルトの施工はせん孔，カプセルおよびモルタルの注入，ロックボルトの打込みの手順により施工している。モルタルの配合は表—2のとおりである。

② ロックボルト孔のせん孔……ロックボルト孔のせん孔は発破孔せん孔機械である油圧ジャンボによる（油圧クローラジャンボ仕様参照)。

表—2 SN モルタル配合表

1 袋	w/c	S/C	W	C	白王砂	添加剤
20.0 kg	33.0%	1.1%	3.0 kg	9.0 kg	10.0 kg	1.0 kg

③ モルタルの混練および注入……ロックボルト用モルタルはドライミックスされている。ドライモルタルは小型ミキサにより混練する。モルタルの適切な w/c は 33% 程度である。混練したモルタルはモルタルフィーダにより空気圧送し，注入する。SN モルタルにおける急結剤はモルタルの注入に先立ちトカップカプセルを挿入する。

④ ロックボルトの打込み……モルタル注入後のボルト打込みは人力およびピックハンマにより行っている。

⑤ 湧水層におけるロックボルトの施工……湧水層にロックボルト孔をせん孔するとある程度集水孔として働き，モルタルの流出等が見られ，ロックボルトは効果的な施工が困難となる。このような場合，補助孔を施工し，効果的な施工が可能な条件としなければならないが，湧水帯において効果的な施工が可能なモルタルおよび急結剤の開発が望まれる。

⑥ 破砕質岩等における高性能な長孔せん孔機械の開発……トンネル工事は従来工法においてもNATMにおいても地山が自立しない条件下では設計断面は分割して施工することになるであろう。分割された切羽は小さくなり，施工空間が少なくなる。作業空間の少ない場所でのロックボルト施工を考えるとき，施工断面以上のロックボルト長の施工は極めて困難であり，非能率的である。また軟岩，破砕質岩，風化岩等におけるせん孔は孔荒れが見受けられる。孔荒れ現象は非能率的であるばかりでなく，ロックボルトの作用効果も低下する。小断面における長孔せん孔，孔荒れ岩種におけるせん孔等に対応できる高性能なせん孔機械の開発が望まれる。

7. おわりに

以上，工種別にその概要，使用機種，実績または傾向について述べたが，現在施工途中であるためその内容に充実性を欠いていることをおわびします。今回の報告はトンネル内の工事，使用機械を主体としているため他の機械設備は省略しているので，参考までに当トンネル工事の使用機械一覧を 表—3 に示す。

最後に，第2名塩トンネル工事の計画，施工にあたりいろいろご指導ご協力を賜わりました関係者の皆様方に厚く謝意を表する次第である。

表—3 使用機械一覧表（昭和55年9月1日現在）

（1） 掘削設備

名称	仕様	台数	備考
クローラジャンボ	古河全油圧3ブーム	2	
ホイールローダ	Cat 966 c	1	左片サイドダンプ 2.4 m³
バックホウショベル	神鋼 R 904 BL	1	0.45 m³
バッテリロコ	神鋼 BC 12	3	12 t
バッテリ	湯浅 VCC 12 R	8	
充電機	日立 192 V 130 A	2	
鋼車	成和 6 m³	17	

（2） 吹付コンクリート設備

名称	仕様	台数	備考
油圧ショベル	日立 UH 03 M	1	吹付ロボットベースマシン
吹付ロボット	成和	1	
SEC吹付台車	成和	1	
サンドコントローラ	リブコン	1	
骨材ビン	46 m³	1	砂
〃	26 m³	1	砂利
ベルトコンベヤ	350 b×51 m	1	
〃	350 b×7.5 m	1	可逆式
〃	350 b×5 m	1	
排水ポンプ	φ100×3.0 kW	1	
コンプレッサ	日立 OSP 100/120 UH	1	18 m³/min×3,300 V
〃	7.5 kW	1	1 m³/min
ジェットウォッシャ	2.2 kW	1	

（3） ロックボルト設備

名称	仕様	台数	備考
モルタルミキサ	0.1 m³ 1.5 kW	1	
モルタルフィーダ	ファスナー 43 l	1	
ボルト押込機	コールピック改造	1	
台車		1	

（4） 計測設備

名称	仕様	台数	備考
計測台車	愛知車輌 ASL 4	1	トラック搭載型
コンバージェンスメジャー		1式	
直読指示器	メカニカルアンカー用 エクステンソメータ用	1式	
〃	ディスクロードセル用	1式	
手動式油圧指示器	ハイドロリックセル用	1式	

（5） 坑内共通設備

名称	仕様	台数	備考
排水ポンプ	水中ポンプ φ100	2	
〃	〃 φ50	3	
送風機	日立マイティ 30 kW 2連	2	1,000 m³/min ×300 mmAq
〃	三井コントラ 15 kW 2連	1	400 m³/min ×350 mmAq
送風管	プラニウム 2～3 mm	1,400 m	
分岐器	移動 N	1	
〃	固定 N	1	
ミニバックホウ	久保田 KH-8	1	0.08 m³
ダンプトラック	2 t	1	
バス	9人乗り	1	
電力設備	1,220 kVA	1式	移動変台1，固定変台2

（6） 測量

名称	仕様	台数	備考
レーザトランシット	東京光 LTL	1	
レーザレベル	東京光 LTS	6	
トランシット	測機舎 TM 5	2	
レベル	〃 B2	2	
光波距離計	〃	1	

（7） 坑外共通設備

名称	仕様	台数	備考
タービンポンプ	高砂 φ80×15 kW	1	油圧式自動給水ポンプ
転倒機	成和 6 m³ 用	1	
ピットグラインダ	コロマント 1800 型	1	
門型クレーン	成和 7.5 t×12 m	1	
修理工場設備		1式	溶接機ほか
電力設備	キュービクル 350 kVA	1式	

（8） ずり処理

名称	仕様	台数	備考
ホイールローダ	小松 530	1	
ダンプトラック	11 t	4	
トラクタショベル	小松 D 30 S	1	

（9） 試験設備

名称	仕様	台数	備考
引抜試験器	RCH-302 30 t	1	ロックボルト引抜試験
コアドリル	発研 SP 型 φ75	1	吹付コンクリート圧縮試験
カッタ	300 mm×1.5 kW	1	〃
圧縮試験器	丸井 0～10 t～100 t	1	〃
ハンマドリル	32 mm×1.0 kW	1	吹付厚確認
卓上台秤		1	吹付用骨材試験
乾燥器		1	〃
台秤		1	〃
ふるい分け試験具		1式	〃

（10） 環境測定器具

名称	仕様	台数	備考
騒音振動測定	電測 A 11 R-5	1	
粉塵測定	日本科学 5300	1	デジタル式
風量測定	中浅 0～30 m/sec	1	
酸素濃度測定	理研 GX-1 B	1	
有害ガス測定	北川式	2	

（11） 防火避難具

名称	仕様	台数	備考
酸素呼吸器		2	
避難具		1式	

（12） 汚濁水処理プラント……成和 100 t/hr

努　力

猪　瀬　道　生

当協会の役員を退いてから5年余になるが，日がたつにつれ関係者の皆様と御会いする機会も段々減ってきたので，毎月送っていただく「建設の機械化」誌を友としてよく目を通す事にし，特に「随想」は興味深く読ましてもらい乍ら，執筆者諸兄の博学，且つ文才豊かなのには毎度敬服していました。或る日，編集委員の方から，12月号分としてなるべくやわらかいものを書いてもらえないかと打診された時，正直のところ，これはとても小生などの出る幕ではない，何とかして断れないものかと思ったのですが，一方，面倒な事に challenge する事は老化防止にも役立つと思い，敢て筆をとる事にしました。

私は家庭では女房から INOSE-bulldozer =0 とか，仕事本位の張り切り爺さんなどと冷かされており，文才はおろか，無芸，無趣味で，仕事から離れたら一体どうして余生を送るつもりかなどと嫌味を言われている人間なので「随想」と言ったような高尚なものが書ける分際でない事は篤と承知していますが，引き受けた以上何か纏めなければならないので，以下思いつくままとりとめもない事を書き連ねて責を果たす事にしました。

一頃宴会にはカラオケがつきものであった。指名されたら最後絶対何か歌わねばならず，素養のない小生にとってはえらく苦痛だった。昨年の誕生日，夕方帰宅すると珍らしく迎えに出てきた女房から応接間に入るように言われたので入ってみると，ステレオの方を指さしており，1枚のレコードがターンテーブルの上にのっていた。「青葉城恋唄」と言う当時のヒットメロディで，青春時代を仙台で過した小生に対するささやかな birthday present との事であった。

早速かけてみると，何ともすばらしい歌ではないか。これは仙台で暮したものでないと実感が湧かないと思うが，余りにも懐しいので繰り返し聞いたものである。女房の話によると，当日レコード屋で「青葉城恋唄」はありますかときいたら，店員がそれには直接答えず「御主人は二高出の方ですか」と聞き返された由で，二高 OB が盛んに買いにくると聞いて present として自信をもったとの事であった。次回から指名されたらこれを歌ってやれと決意し練習を始めた。

いよいよやってみると，若人向けに出来ているせいか音程に気をつけないと途中でつまってしまい，最後まで歌いきれなくなり，随分苦心した。何とかしてものにしてやろうと練習を繰り返しているある日，宴会があり，案の定カラオケが始まって指名されたので，「青葉城恋唄」をやると言ったら一同びっくりしていた。まさか若人向きのこの歌を年寄がやるとは想像できなかったのであろう。これで repertoire が一つ増えたので，宴会の方は何とか切り抜けられる事になったが，歌えば歌う程不思議な位「望郷の念」と言ったような気持ちが湧いてくるのは如何ともし難かった。

こうした或る日，待望の chance が到来

したので勇躍して仙台に出かけた。用事が終ったあと，青葉通りから大橋を通って広瀬川を渡り，川内から澱橋を渡って下宿跡を訪ね，更に二高跡へと行ってみた。

戦時中校舎は丸焼けになり，残ったのは片隅にあった柔剣道々場だけで，大正の末期に出来たものだが，昔の俤をとどめていた。私にとって道場は教室以上に思い出の深い場所で，しばし佇んでいる内に 50 余年前苦しい猛練習に明け暮れた頃の事，苦しみ乍らもやり遂げた体験が，後日社会に出てから遭遇した幾多の苦難を乗り切る上にどれだけ力強い精神的支柱になったかなど，過ぎし日の情景が走馬燈の様に去来して，時間のたつのも忘れてしまった。学生時代のスポーツは苦しみに耐える気慨の養成，即ち精神修養こそ大いに意義があるのではないかと信じている。

ゴルフは私の数少い趣味の一つで，かつては当協会の催しには皆出席で楽しくプレーさせてもらっていたが，4年半程前に腰を痛めたのが元で爾来殆んどやらないまま今日に及んでいる。当協会，会社，学校，運動部といった各関係先から頻繁に誘いを受けているが，いつもつらい思いをして御断りしている始末です。

今年4月某日所属ゴルフクラブから珍らしく荷物が届いた。何気なくあけてみると赤い帽子と赤チョッキが入っており，手紙に「貴殿はこの度グランドシニアの仲間に入ったので記念品として送付する」と記されているのをみて今更の如く驚いた。若いつもりで昔と変らず振舞っている内にいつの間にかグランドシニアの仲間入りをする事になってしまった。これはえらい事になった。早くプレーを再開しないと日一日と老境に入って，うっかりすると一生ゴルフをやる機会を逸してしまうのではないかと内心あせりを感じているのが現在の心境で，早々と老け込んでしまわないよう精精努力せねばならぬと思っています。

社会に出てから既に 45 年経過したが，その内の四分の三は建設機械に係ってきた。この間幾度か苦境に立たされたが，何とか切り抜けてこられたのは，一つには建設機械化運動の一員に加えていただいた御陰であり，二つには苦しみに耐える心構えが柔道を通していつの間にか培われ，これが支えになってくれたのでありまして，関係者の方々に衷心より感謝致します。適当に頭を使い，身体を動かし，若い人達と接触を保つ事が老化防止の要訣と言われています。これからもグランドシニアの仲間入りの事など忘れて後輩の人達と相携えて吾が国建設機械化進展のために微力を尽し，life work として実りあるものにしたいとの希望を抱いておりますので，関係者御一同の相変らぬ御指導御支援の程を念願して筆を擱きます。

Michio Inose
本協会顧問
ツバコー菱重建機販売株式会社顧問

東北新幹線建設の概況

西川由郎*

1. 東北新幹線の概要

東北本線は東北地方を縦貫する大動脈として重要な役割を果たしてきたが，近年の輸送量の増加により線路容量的にみてほぼ限界に達しつつある。

東北新幹線はこの在来東北本線を救済し，東北地方の輸送力を強化することを目的とするものであり，昭和45年5月に新幹線鉄道網による高速輸送体系を整備する目的で成立した全国新幹線鉄道整備法に基づいて東京～盛岡間を結ぶことで計画され，昭和 46 年 11 月建設に着手した。その延長は 496 km である。

ルートはほぼ在来東北本線と並行しており，その概要は図—1 のように東京から埼玉県，茨城県，栃木県，福島県，宮城県を経由し，岩手県盛岡市に至るもので，人口 60 万人の仙台市のほか，人口 20～30 万人程度の中都市（大宮，宇都宮，郡山，福島，盛岡）を結ぶものである。停車駅は，両端を含め東京，上野，大宮，小山，宇都宮，那須（仮称），新白河（仮称），郡山，福島，新白石（仮称），仙台，古川（仮称），一ノ関，北上，盛岡の 15 駅であり，駅間距離は東海道新幹線の約 43 km，山陽新幹線の約 37 km より短い平均約 35 km である。なお，新白石駅（仮称）を除いてはいずれも在来線の駅に接続されている。

建設基準は山陽新幹線とほぼ同様であり，構造物種別の構成比は表—1 のとおりである。

表—1 構造物の構成比

構造種別	東北新幹線		東海道新幹線		山陽新幹線			
	東京～盛岡間		東京～新大阪間		新大阪～岡山間		岡山～博多間	
	延長(km)	%	延長(km)	%	延長(km)	%	延長(km)	%
土工	27	5	274	54	12	8	58	15
橋梁	78	16	57	11	20	12	31	7
高架橋	276	56	116	22	74	45	86	22
トンネル	115	23	69	13	58	35	223	56
合計	496	100	516	100	164	100	398	100

* *Yurō Nishikawa*
日本国有鉄道新幹線建設局企画課総括補佐

2. 主要工事の概況

（1） 高架橋および路盤

東北新幹線の高架橋が既設新幹線の高架橋と異なる点は騒音，振動防止のためにマッシブな構造となっていることである。形式としてはラーメン式高架橋（ゲルバー形式，背割形式）と桁式高架橋があり，標準化を図っている。

路盤，すなわち切取り，盛土区間については既設新幹線での経験を生かし，低床高架，Cc スラブなど路盤代替構造物を採用し，土工区間の延長を大幅に削減した。Cc スラブは上層地盤上に鉄筋コンクリート構造の連結梁を設け，基礎杭を通して基礎地盤により列車荷重を受ける構造である。この構造により高速運転による軌道狂いは最少限に抑えられるものと考えている。

（2） 橋　梁

東北新幹線における橋梁については，騒音，振動防止のためコンクリート橋を大幅に採用したことが特徴であり，主要橋梁の概要は表—2 のとおりである。

橋梁総延長の最も長いものは第 1 北上川橋梁の 3,872 m である。第 1 北上川橋梁はワーレントラス 6 連（スパン 90 m），PC ボックス桁 100 連から成り，PC ボックス桁の施工にあたっては移動つり支保工および可動支保工による桁架設を行い，施工の省力化，合理化を図った。また，猿ヶ石川橋梁の PC ボックス桁 13 連等は押出し工法を採用することにより横断個所の交通を遮断することなく架設した。

支間の長いものは鋼トラス橋では第 2 北上川

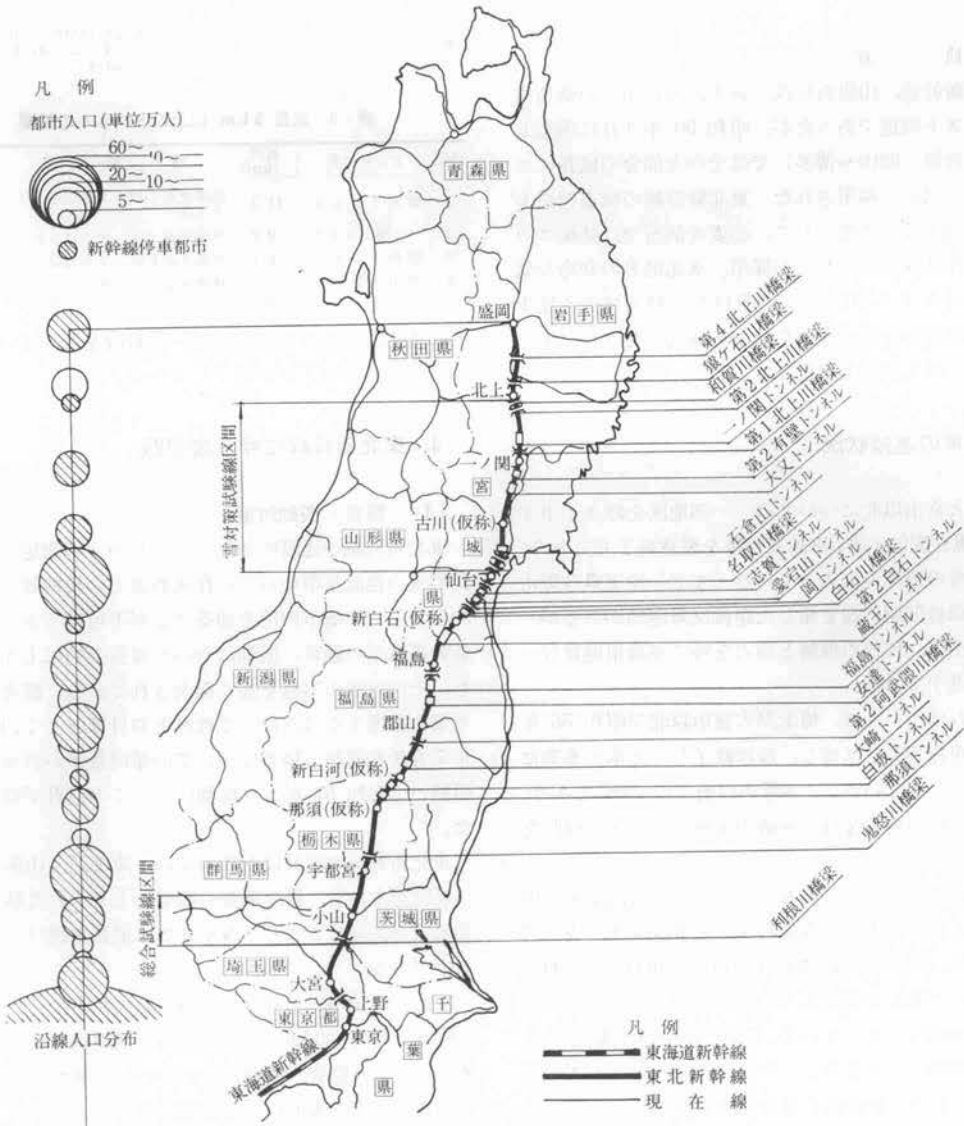
橋梁の101 m，コンクリート橋ではディビダーク・カンチレバー工法で施工した第2阿武隈川橋梁の 105 m である。

（3） トンネル

東北新幹線では表—1のとおり総延長 496 km のうち 23% にあたる 115 km がトンネルであり，主要なトンネルの概要は表—3のとおりである。

最長トンネルは蔵王トンネルで 11,215 m である。トンネルの断面は新幹線型標準断面を採用し，巻厚は地質の状況により 50 cm，70 cm，90 cm としている。

東北新幹線では多くのトンネルが凝灰岩，砂岩，安山岩等の第三紀層の未固結あるいは軟岩を貫いており，本格的な堅岩トンネルは少ない。大湧水に悩まされた蔵王トンネル，トンネル下部の地質が軟弱なため大々的な地盤注入を行った大崎トンネル，2段サイロット等の特殊掘削工法を用いた志賀トンネル，東北本線の直下 12 m を掘削した福島トンネル等，その施工に困難をきわめたトンネルが多い。

東北新幹線におけるトンネル施工のもう一つの特色は大型掘削機械の採用による省力化施工である。岡トンネル，第2有壁トンネルでは導坑掘削にトンネルボーリングマシン（R.T.M）を使用し，好成績を納めた。またロードヘッダ MRH-S 45，S 90，ユニヘッダ NH-410，510，カッタローダ CL-82，101，フライスローダ FL-R 23 等も使用し，全 20 個所のトンネルにおいて機械掘削工法を大々的に採用した。さらに福島県下の第1平石トンネル，第2平石トンネル，第1栗須トンネルに

図—1　東北新幹線路略図

NATM 工法を採用し，その技術に対して昭和 54 年度土木学会技術賞が授与された。

(4) 停車場

停車場は両端を含め 15 駅で，駅の配線は図—2 のように既設の新幹線とほぼ同様である。始発駅となる東京駅は東北新幹線対応の設備の増設にあわせてコンコースなどの旅客設備も容量を増加させるため改良に着手している。他の 14 駅のうち新白石駅（仮称）を除く各駅は，在来線の駅に併設されるため在来線諸設備の大幅な切換，移設工事を行い，在来線に近接して駅部高架橋を新設した。なお，上野駅は地下のホームとなる。

各々の駅設備は新幹線の開業により東北地方の産業，経済の発展に大きく貢献することを考慮し，在来駅設備の改良等を計画した。

(5) 軌　　道

東海道新幹線，山陽新幹線（新大阪～岡山）の軌道構造はバラスト軌道であったが，昭和 50 年 3 月に開業した山陽新幹線（岡山～博多）ではその大部分の延長にわたりスラブ軌道が採用された。東北新幹線の軌道構造もスラブ軌道を基本構造として，必要な個所では防振スラブ軌道や弾性枕木直結軌道の採用，東北地方の寒冷な気候に適合する CA モルタルの改良等，軌道構造や使用材料には既設新幹線の経験を踏まえ研究開発された多くの新技術，新工法を実用化している。

3. 工事の進捗状況

埼玉県大宮市以北については，一部地区を除き工事が進捗し，現在駅部工事，車両基地等を鋭意施工しており，工事は最後の追込みに入っている。また，埼玉県与野市以南では環境問題に端を発した建設反対運動があるが，沿線の自治体，住民の理解と協力を得て逐次用地買収，工事を推進中である。

用地買収については，埼玉県大宮市以北で昭和 55 年 9 月 1 日現在 99% に達し，ほぼ終了し，土木工事等に全面的に着工しているが，与野市以南では 23% であり，関係地元住民の協力を得て協議の進展をはかり，買収を促進している。

主体工事については，長大トンネル，長大橋梁等工期を要するものから進めてきており，工事はほぼ完成に近づいている。ちなみに，本体工事は大宮市以北で 99% の着工をし，98% が完成しているのに対し，与野市以南では 8% の着工となっている。駅部工事は東京駅を除く 14 駅で 100% 工事着手し，そのうち 10 駅で本体工事が完了しており，駅設備工事を進めている。

軌道工事は，本体工事の完了に伴い大宮市以北は全面的に着工し，スラブ敷設，レール敷設を行っている。そのうち 81% は工事が完了している。

表—2 橋長 500 m 以上の橋梁の概要

順位	名　称	橋長 (m)	最大支間 (m)	上部工概要
1	第 1 北上川橋梁	3,872	90	ワーレントラス：90 m×6 連 PC 箱型桁：31 m×42 連，33 m×48 連，49 m×7 連
2	第 2 北上川橋梁	1,029	101	ワーレントラス：101 m×9 連，60 m×1 連
3	利根川橋梁	821	79	ワーレントラス：79 m×9 連，50 m×2 連
4	鬼怒川橋梁	740	82.5	PC連続箱型桁：34.71 m×2 連 82.5 m×2 径間×4
5	猿ケ石川橋梁	637	60	ワーレントラス：60 m×1 連，50 m×2 連 PC 連続箱型桁：30 m×6 径間 30 m×7 径間 合成桁：45 m×1 連
6	荒川橋梁	620	87.2	合成桁：89 m，76 m，75 m×1 連，70 m×4 連 PC 8 主桁：50 m×2 連
7	第 2 阿武隈川橋梁	526	105	PC 径間連続箱型桁：105 m×5 径間
8	名取川橋梁	525	54.5	PC連続箱型桁：(51.4+52+51.4)×2，(51.4+54.5×2+51.4)

表—3 延長 5 km 以上のトンネルの概要

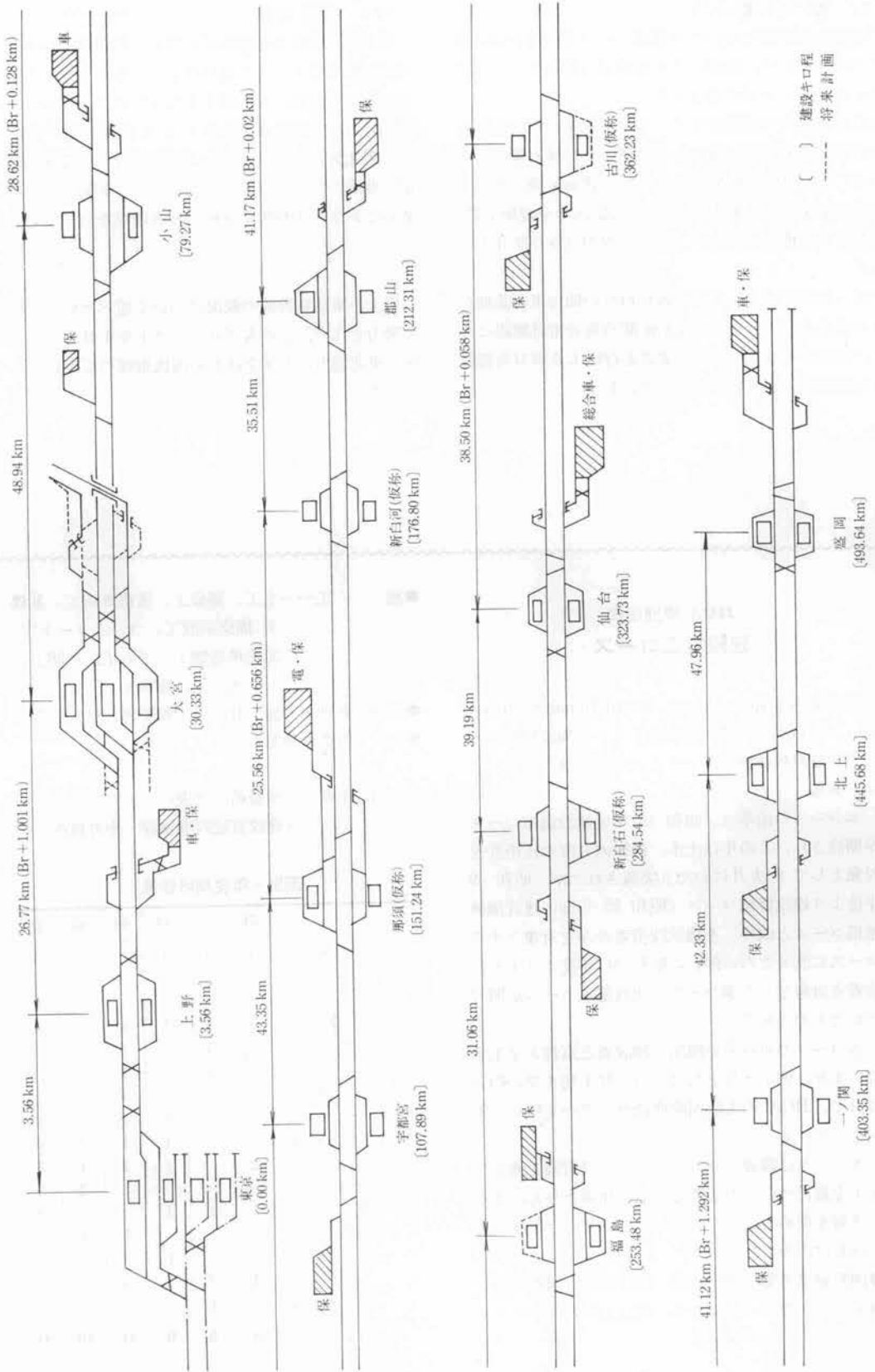
順位	トンネル名	延長 (km)	掘削工法
1	蔵王トンネル	11.2	底導先進工法，上半先進工法，サイロット工法
2	一ノ関トンネル	9.7	底導先進工法，サイロット工法
3	福島トンネル	8.1	底導先進工法，上半先進工法
4	那須トンネル	7.0	底導先進工法，サイロット工法

4. 東北新幹線に伴う諸問題

(1) 騒音・振動対策

東北新幹線の建設にあたって，ルートの選定に際し，新幹線の建設基準ならびに在来鉄道との接続等から比較的密集している市街地を通ることが不可避であり，かつ新幹線鉄道の騒音，振動については社会的にも問題とされ，その対策の実施を強く要求されている。騒音，振動対策を推進するにあたって行政上の目標として，昭和50年 7 月新幹線鉄道騒音についての環境基準が告示され，引続いて昭和 51 年 3 月振動についての指針が勧告された。

東北新幹線の建設にあたっては，東海道，山陽新幹線の経験を生かし，研究開発の成果をとり入れた騒音，振動対策を実施しており，告示または勧告を遵守すべく努力中である。

また，昭和 53 年 8 月より埼玉県久喜市から栃木県石橋町までの約 43 km 間の小山総合試験線で開始した実車走行により騒音，振動対策についての各種試験を実施し，技術開発を推進し　その成果をとり入れていく考えである。

図―2　東北新幹線（東京～盛岡間）配線略図

(2) 雪対策

東北新幹線沿線においては福島と一ノ関～盛岡間は寒冷多雪地域であり，降雪により新幹線の輸送サービスに影響を与えることが予想される。

東北新幹線の雪対策等については，異常降雪時を除いて正常運転が確保できることを目標として諸対策を行っている。スラブ軌道区間における貯雪式高架橋，バラスト軌道区間における散水式消雪装置，駅部の全覆型上屋，分岐器部の各種融雪装置，トンネル内のツララ防止工等である。

それらの集大成として宮城県利府町の仙台車両基地から岩手県北上市に至る約 115 km 間の雪対策試験線において，昭和 54 年 12 月より実車走行による雪対策諸設備の効果確認，技術開発を行っている。

(3) 地震対策

我が国は地震多発地帯に位置し，新幹線ルート選定上軟弱地盤地帯をすべて避けることはむずかしいため，高速運転時に地震による災害も考えられる。このため高速運転時の走行安全性を確保できる地震対策が重要である。東北新幹線においては，耐震設計による構造物の強化，地震の早期検知による列車運転の制御等各諸設備を進めており，あわせて各種の技術開発を行っている。

*　　　　*　　　　*

以上，東北新幹線の概況について述べたが，今後最大の努力をしてこの大プロジェクトを1日も早く完成させ，東北地方の方々をはじめ国民皆様のご期待に応えたいと考えている。

JICA 集団研修

建設施工コース

国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency; JICA) で実施している集団研修の一つに，建設機械整備コースとならんで建設施工コースがある。

本コースの沿革は，昭和 48 年度建設機械コースが開設され，この年は土木，機械両分野の技術者を対象として 6 カ月にわたり実施されたが，昭和 49 年度より建設機械コース（昭和 55 年度に建設機械整備コースと改称）を機械技術者のみを対象とするコースに改めたのに伴い，昭和 51 年度より土木技術者を対象とした本コース＝建設施工コースが開設されたものである。

本コースの研修実施機関は建設省と京都大学工学部であり，例年9月上旬より 12 月下旬までの約3カ月半，JICA の大阪国際研修センターを中心に実施されている。

本コースは講義，学習，見学および討論を通じて施工全般についての基礎と実地の知識を与え，さらに理解を深めることを目的としており，今年度の主な内容は次のようである。

- 国際建設事業…国際契約，国際金融，国際工事
- 基　　　礎……土質工学，岩盤工学，コンクリート工学
- 施　　　工……土工，舗装工，道路維持工，基礎工，橋梁架設工，コンクリート工，河川構造物工，ダム工，砂防工，トンネル工，建築工
- 計画・管理……施工計画，工程管理，施工管理
- 建設工事費の積算

国別，年度別の研修員は下表のとおりである。

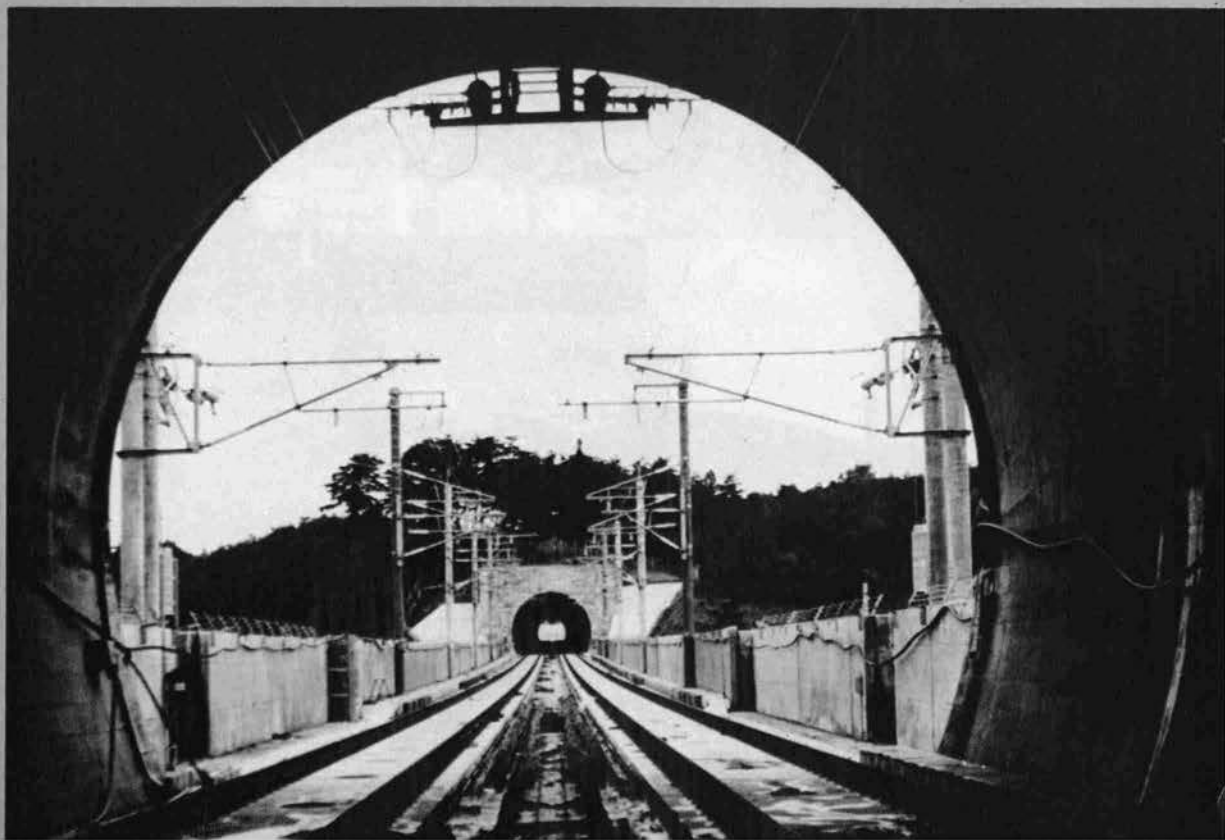
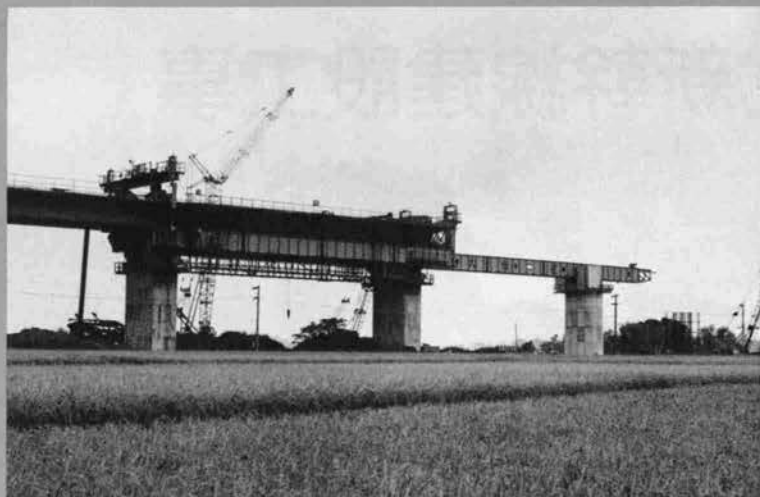
（建設省建設機械課・中野俊次）

国別・年度別研修員

	51	52	53	54	55	計
バングラデシュ	1	1	1			3
ビルマ		1	1			2
ドミニカ				1		1
インドネシア	1	1	1	1	1	5
イラン	2	1		1		4
ケニア		1		1	1	3
クウェート				1		1
マレーシア			1	1		2
パキスタン			1	1	2	4
フィリピン	2		1	1	1	5
サウジアラビア					2	2
シンガポール	1	1	1			3
スリランカ				1	1	2
タンザニア			1			1
タイ	1	2	1	2	2	8
イエメン		1				1
16カ国合計	8	9	9	11	10	47

東北新幹線建設工事

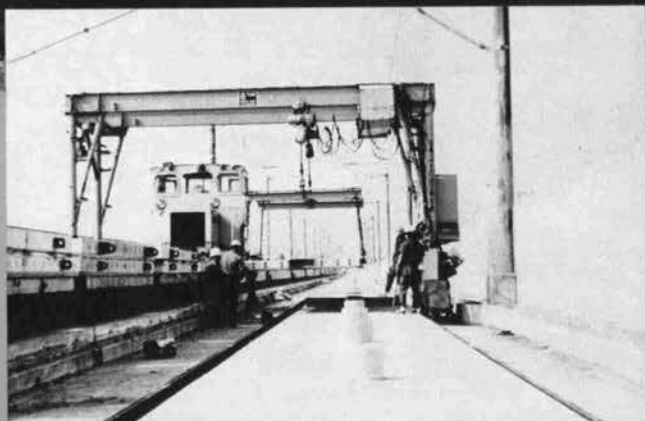
⇧切取区間のスラブ軌道（路盤は Cc スラブ形式）

⇩第2平石トンネル（245 m，内空断面積約 64 m^2）

⇦可動支保工（ストラバーグ工法）で施工中の第1北上川橋梁（3,872 m）のPCボックス桁

⇦移動つり支保工（ゲリュストワーゲン工法）で施工中の第1北上川橋梁のPCボックス桁

東北本線に近接してアルダス可動支保工で施工中の中通高架橋⇨

⇦東北本線，利府線の交差部を押出し工法で架設中の岩切跨線線路橋（84.5 m）

⇧国道4号線交差部をディビダーク・カンチレバー工法で施工した東那須野跨道線路橋(260 m，中央スパン 80 m)

門型クレーンによる軌道スラブ敷設作業(軌道スラブ 2.34×4.98×0.19)⇨

移動プラントによる軌道スラブ下へのCA モルタル注入作業⇨

⇦NATM 工法で施工中の第2平石トンネル (245 m)

⇧仙台駅（東北地方中心都市の駅にふさわしく屋上駐車場，ペデストリアンデッキを備えている）

⇦小山駅（小山総合試験線区間にあり，15駅中最初に使用開始した）

⇧仙台車両基地工場建物工事（台車検修場，台車振替場，仕業交検庫が見える）

⇦一ノ関駅（降雪対策で全覆型上屋となっている）

鉄道における地上線と高架線との連結方法の開発

中 川 英 一*

近年道路と鉄道とが平面交差する踏切を除去するために道路を鉄道の上または下を通過させたり，逆に鉄道を道路の上または下を通過させる，いわゆる立体化工事が特に都市部において実施されている。最近では鉄道の連続立体交差工事が多く行われており，この事業は単に複数の踏切を一括除去するのみならず，鉄道によって分断された市街を一体化するほか，鉄道施設の改善，駅前地区の整備などが同時に行われて大きな事業効果をもつものである。当社においては昭和40年代より工事を行い，まず京浜川崎駅，大森海岸，平和島駅，そして統合された新馬場駅が連続立体交差化によって高架橋となった主要駅である。以上3個所のほかに昭和55年度に完成予定の京浜鶴見駅付近および60年以降完成予定の青物横丁，鮫洲，立合川駅の連続立体化工事を現在施工中である。

以上の5個所についてそれぞれ高架方式に特徴があり，簡単に説明すると，京浜川崎駅の場合，2線仮線方式といって現在線の片側に2線分の用地を借用して線路を敷設し，高架橋を施工する方法（図―1 参照），また大森海岸，平和島駅の場合，1線仮線方式といって1線分の用地を借用して線路を敷設して高架橋を施工する方法（図―2 参照），そして新馬場駅の場合は直上高架方式といって仮線を敷設せず，現在線の真上に高架橋を構築する方式（図―3 参照）である。この場合，直上高架施工機といって線路を跨いだ作業架台の上で基礎杭作業，橋脚桁の架設作業をして行くもので，高架橋はブロックにしたものでないと施工できない。また，必要な用地幅は10m あれば容易である。このときは直上区間は 460m あり，直上高架施工機で施工したが，両端の在来線への取付方法としてはやはり仮線用地を確保して切替えを行ったわけである。

しかしながら，ここ数年用地取得の困難性が都市部において一層顕著になり，事業の長期化，事業費の膨大化を招き，年々むずかしくなってきているのが実情であり，このようなことから，取付こう配部分において仮線を敷設せず，電車を高架橋に切替える工法を開発実施したいと考えていたのであるが，運輸省からご指導いただき，昨年実大モデル桁を用いた降下実験を行った。この

図―1 2線仮線方式

図―2 1線仮線方式

* *Eiichi Nakagawa* 京浜急行電鉄（株）鉄道事業本部 工務部次長

工法を簡単に説明すると(図―4 参照)，直上部分は当然のこと，取付こう配部分においても直上高架施工機により在来線の真上に高架桁ならびに鉄道施設を降下装置とともに仮係止しておき，切替え当夜その高架桁等を①～⑤の順序で所要の時間内に所定の高さまで降下させ，電車を切替えるというものである。このような方法での施工例はいままでなく，この工法開発を行うに際し，まず施工方法，施工機器をあらかじめ定め，実大モデル桁を用いて降下時の精度，安全性等を測定し，実施時の基礎的資料を得ることを目的とし，同時に各種装置の性能試験，作動実験等を行った。

本工法の特長としては，

① 仮線用地の取得を必要としない。

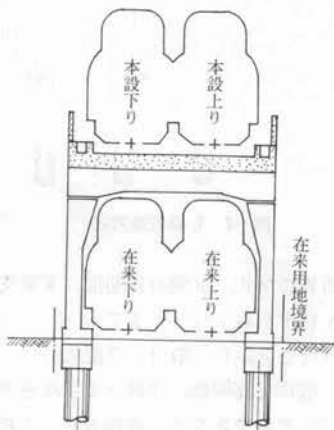
② 上下線を同時に切替えられる。

③ 工事中ならびに切替時にも列車運行に支障を来たさない。

④ 工期としては仮線用地取得期間はないが，直上高架施工機の運行に左右される。

実験は降下システム機器の性能試験とモデル桁を用いた作動実験を行った。本研究の場合，大重量物を制限された時間内に高精度をもって安全に降下設置させなければならないという大変厳しい条件が要求され，降下装置としては油圧，空圧，ワイヤ，砂などを利用したものが考えられたが，油圧を利用したものにしぼられ，なおかつ安全性および自動制御システム化を考えた場合，「尺取機構によるジャッキ」が有効であると判断し，ここに選定した。装置の構造図および作動機構は 図―5 および 図―6 のとおりである。また実験規模，実験要領および測定項目は次のとおりである。

●実験規模

モデル桁（複線分）($L=12$ m)……2 連
昇降用ジャッキ装置……………………6 基
油圧ユニット装置………………………3 台
中央制御装置……………………………1 台

図―3 真上高架方式

仮　設　柱………………………………6 基
同上基礎………………………………1 式

●実験要領（図―7 参照）

① 水平に保持したモデル桁をそのまま降下させる。

② I 桁を水平に降下させつつII桁を傾斜降下させる。

③ 前項②に続き I 桁を傾斜降下させる。

●測定項目

① 油圧オイルの吐出量を変化させて諸機器の性能測定

② 桁降下時間の測定

③ 桁，受梁，仮設柱およびシュー等の挙動測定

本研究は昭和 54 年 4 月より準備を始め，12 月末に実験し，まとめの完了は昭和 55 年 3 月であった。実験場所の当社新馬場駅構内（北口）には実験構造体を残してある。本実験の場合，2 スパンの実験のため降下装置として油圧ジャッキが 6 基必要であり，尺取機構ジャッキ 2 基のほか，スクリューボールジャッキ 2 基，VSL ジャッキ 2 基を使用した。

次に，桁降下作業の実験をするにあたって実際の切替作業と関連させて 表―1 のように条件を設定した。

表―1 実験条件

	実際の切替えの場合	本実験の場合
桁降下時間	2 hr (注-1)	1.5 hr
桁降下高さ	7 m	5 m
作業延長	35/1,000 の取付こう配として 240 m	24 m
桁重量	$L=12$ m として 240 t (注-2)	200 t 以上

(注-1) 線路閉鎖時間を 3 時間とすると，保線電気工事はこう配部分であるので降下高さの少ない方より順次施工すれば最大降下個所でも桁降下終了後，1 時間の作業時間がある。

(注-2) $L=12$ m については施工性から従来施工した直上高架橋(非合成桁構造）を参考に定めた。線路の両側に側道がある場合とか，PC 桁構造の場合は再考の必要がある。

実験する機器は自動運転ならびに集中制御システムを備えたものとする。

次に尺取機構による油圧ジャッキ装置の設計条件について述べる。

(a) 鉛直荷重

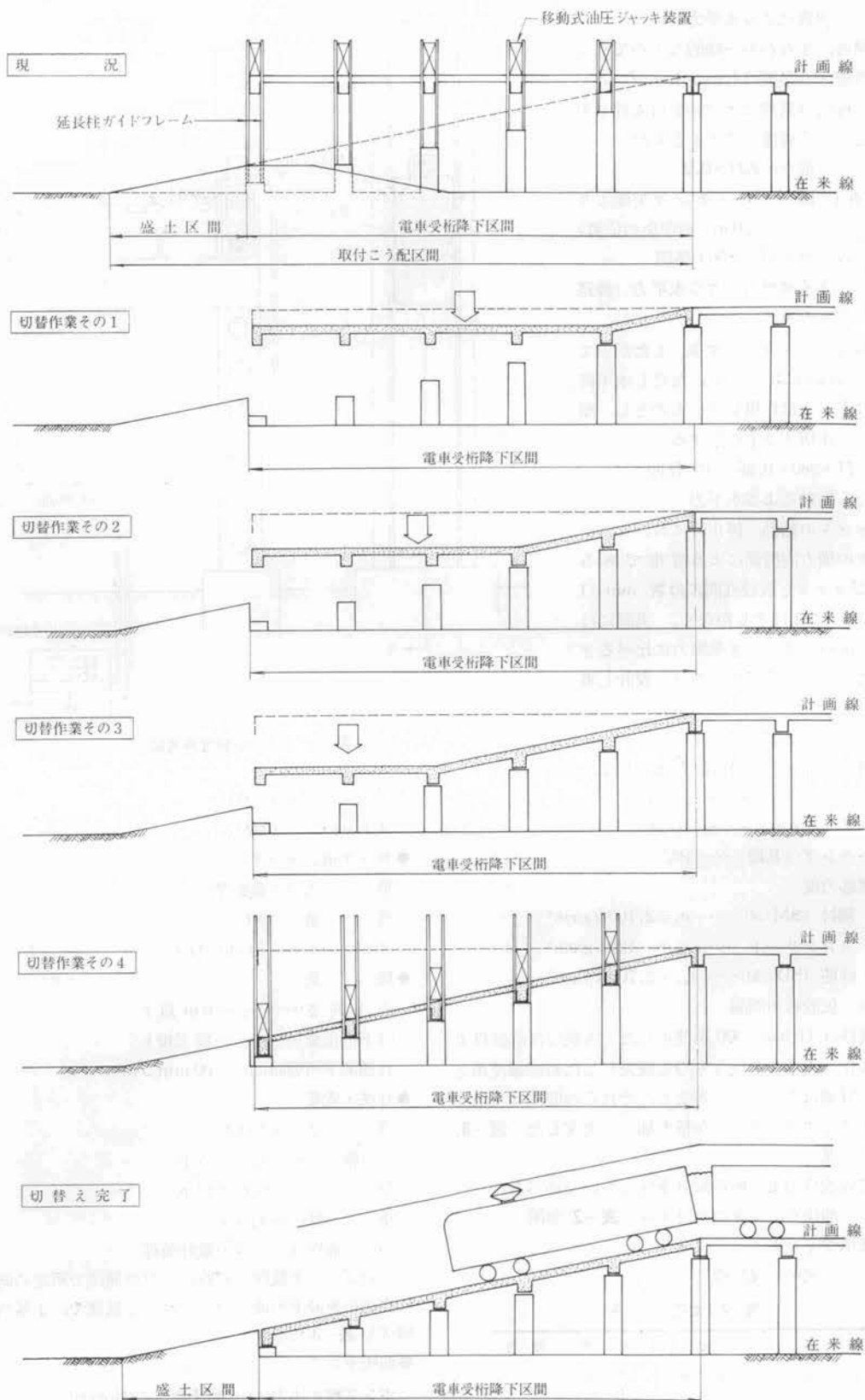
実験ではあるが設計上実施荷重を想定する。

主桁，バラスト………………240 t/径間
受　　梁……………………… 10 t/径間
ジャッキ……………………… 20 t/径間
そ の 他……………………… 10 t/径間
小計　280 t/径間

(b) 衝撃荷重

ジャッキの始動，停止時における荷重であるが，計算上算出することは困難である。したがって，ここでは衝撃係数を 0.1 と仮定して設計を行う。

衝撃荷重……$Wi=280\times0.1=28$ t/径間

移動式油圧ジャッキ装置
現　　況
計画線
延長柱ガイドフレーム
在来線
盛土区間
電車受桁降下区間
取付こう配区間
切替作業その1
計画線
在来線
電車受桁降下区間
切替作業その2
計画線
在来線
電車受桁降下区間
切替作業その3
計画線
在来線
電車受桁降下区間
切替作業その4
計画線
在来線
電車受桁降下区間
切替え完了
計画線
在来線
盛土区間
電車受桁降下区間

図—4 切替作業手順

（c） 地震による水平力

実験時，すなわち一時的なものであるため考慮する必要はないかも知れないが，実施時は長期にわたる可能性もあり，ここでも考慮することとした。

震　　度……$KH=0.2$

荷重位置……フーチング天端より3.0 m（約中央の位置）

$H=280\times0.2=56$ t/径間

（d） 支承摩擦力による水平力（線路方向のみ）

実験ではゴム支承とする。したがって摩擦係数は 0.25 とする。ただし水平降下時は水平力は作用しないものとし，傾斜時のみ作用するものとする。

$H=280\times0.25=70$ t/径間

（e） 振動による水平力

ジャッキの始動，停止時において，ジャッキの横方向振動による荷重であるが，ジャッキと仮設柱間には数 mm（1～2 mm）の間げきしかなく，実際には上記の地震および支承摩擦力に比べると非常に小さいものであるので，設計上省略する。

（f） 許容応力度

使用した部材の材料は次のとおりである。

仮設支柱………………H 鋼

受　　梁………………H 鋼

フーチング（基礎）……RC

許容応力度

鋼材（SM 50）……$\sigma_s=2,100$ kg/cm²

コンクリート……$\sigma_{ca}=$ 120 kg/cm²

鉄筋（SD 30）……$\sigma_{sa}=2,700$ kg/cm²

（g） 仮設柱の間隔

仮設柱は H-582×300 を使用した。実験では経済性よりも製作，入手の簡便なものを優先したため形鋼使用とした。H鋼は1基当り2本とし，それらの間隔は尺取ジャッキの寸法にわずかの余裕を加えて決定した（図―8，図―9 参照）。

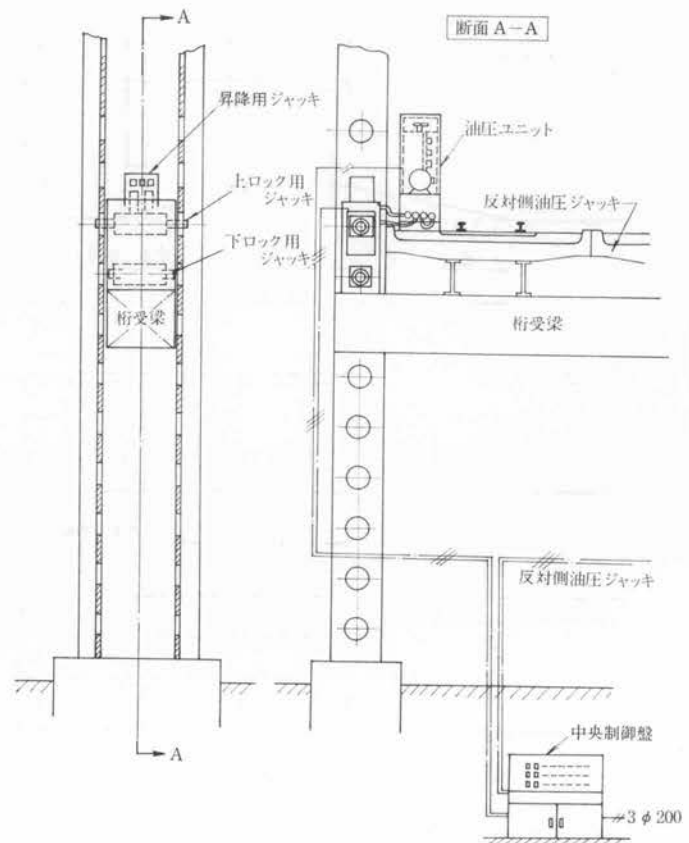
次に仮設柱および桁の設計条件について述べる。

（a） 油圧ジャッキの設計条件（表―2 参照）

●昇降用ジャッキ

形　　式……復動型

表―2 油圧ジャッキ

名　　称	数　量	備　考
① フレームおよび支持装置	1 式	
② 昇降用ジャッキ	1 基	
③ ロック用ジャッキ	4 基	

図―5 ジャッキ装置構造図

揚　　量……200 t

ストローク……600 mm

●ロック用ジャッキ

形　　式……復動型

揚　　量……4 t

ストローク……70 mm 以上

●機　　能

降下高さ……………5 m 以上

降下桁重量……………約 240 t

目標降下所要時間……90 min/5 m

●寸法・重量

高　　さ……4 m 以下

幅　　……1.7 m 以下

厚　　さ……0.8 m 以下

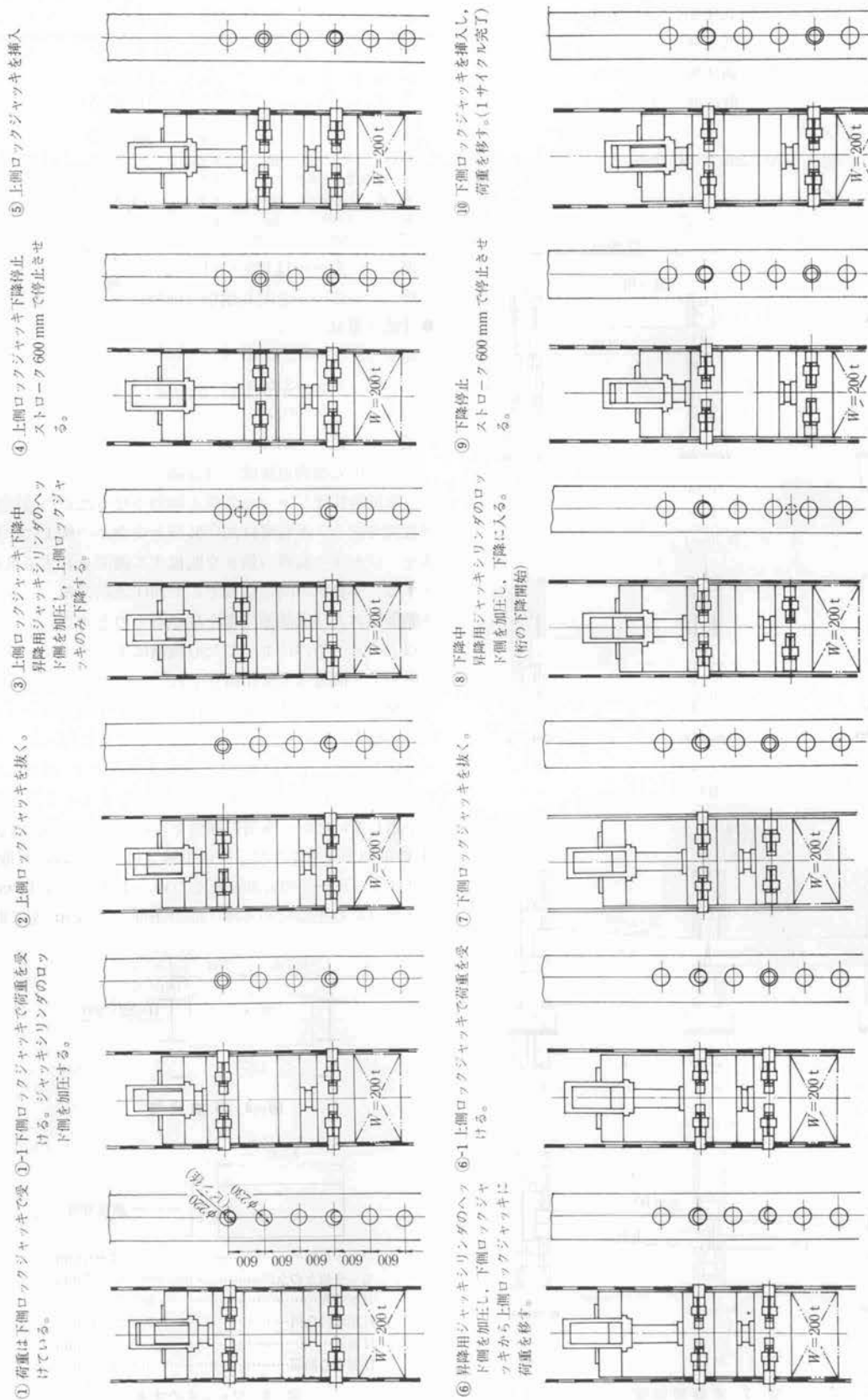
重　　量……約 9 t

（b） 油圧ユニットの設計条件

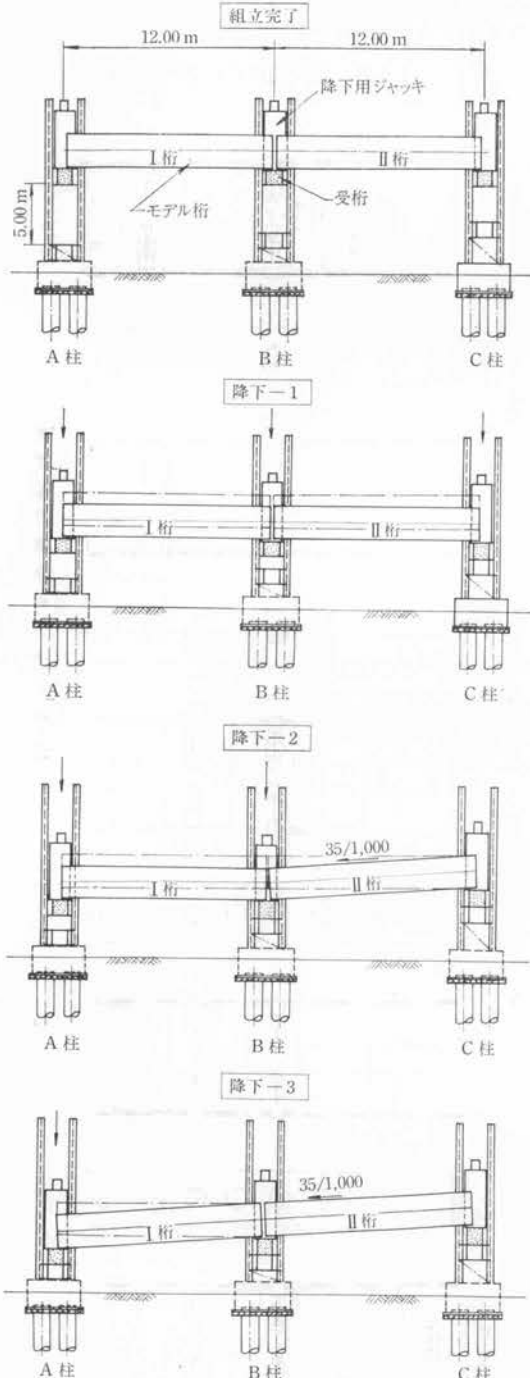
一対ジャッキ装置を同時に一定の速度で所定の時間内に高架桁を降下可能な油圧ユニット装置で，1基当りの構成を 表―3 に示す。

●油圧ポンプ

ポンプ設定圧力……（高圧側）210 kg/cm²

（低圧側）50 kg/cm²

図—6 ジャッキ装置作動機構

ポンプ回転数………(高圧側) 1,000 rpm
(低圧側) 1,000 rpm
ポンプ吐出量………(高圧側) 20 l/min
(低圧側) 31 l/min

●モ　ー　タ
電　　源……AC 200 V 50 Hz

図－7 実験要領図

表－3 油圧ユニット

名　　称	数 量	備　　考
① 油圧ポンプ	4台	
② モ　ー　タ	2台	11 kW×6 P
③ 本体フレーム	1基	
④ オイルタンク	1基	250 l
⑤ バ ル ブ 類	1式	
⑥ 空冷式オイルクーラ	1台	
⑦ 計 器 類	1式	圧力計，温度計，液面計
⑧ そ の 他	1式	

出　　力……11 kW×6 P
形　　式……全閉外扇型（両軸）

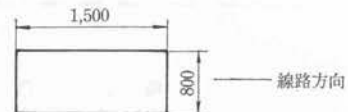
●寸法・重量
高　　さ……2.3 m
幅　　……2.5 m
厚　　さ……0.7 m
重　　量……約 2 t

（c） 中央制御他装置の設計条件

尺取機構油圧ジャッキ装置を駆動させるための遠隔制御装置である。本装置は油圧装置を安全かつ確実に作動させ，ジャッキ装置の動きを監視する機能を有するものとする。本装置の関連装置として油圧源制御箱，ジャッキ制御箱および機側操作箱を設けるものとする。

以上の設計条件によって尺取機構による油圧ジャッキ装置および構造体を製作組立した。

実験方法は3段階に分けて行ったが，VSL ジャッキは手動操作方式のためにこれに合せるように行った。まず実験1では，水平降下を手動運転操作にて 15 cm ずつ8ピッチにして下げ，1ピッチは少なくとも3分必要と予想していたが，事前に練習を重ねていた結果，2分14 秒平均で降下できた。次に実験2においては，尺取，スクリューポールの自動運転を行い，1サイクル 60 cm を6分 12 秒平均であった。設計条件では 7 m を2時

図－8 H 鋼 間 隔

ジャッキ幅……1,500 mm
ピン受板との余裕……5 mm
ピン受板……28×2＝56 mm
H鋼取付余裕……7×2＝14 mm
H鋼幅……300 mm
H鋼中心間隔……1,875 mm

図－9 ジャッキの寸法

間，ゆえに 60 cm は 10 分 17 秒であればよいのであるが，ロスタイムが予想されるので7分ぐらいに流量調整したからである。本実験の前に自動運転にて6分 40 秒と4分 20 秒で計画し，実際1サイクルは6分 12 秒と4分 10 秒のデータを得ていた。そして実験3ではそれぞれ手動操作にて 35/1,000 のこう配をつけた。

本実験により解明とはいかなかったが，いろいろな動きが認められて今後の検討の参考となった。今回は 35/1,000 での実験であったので理論上桁支間の縮みが 7 mm であるが，桁とゴム沓の部分で移動せず，受梁が移動し，吸収した。このため仮設柱との間にせりを生じ，仮設柱に変位が生じた。本実験体は桁の固定端を上流側としたために当初の支点位置が実験値から計算すると可動端に比べて大きくずれているのがわかり，今後計画するうえで固定端を下流側に配置した方がよいと思われる。また今回ゴム沓を使用したが，パッドが変形して実際上このままでは使用できないことが判明した。ゴム支承は振動低下，地震時の応力集中をなくす効果があることがわかているので仮支承で受け，切替え後，ゴム支承で受ける方法がよいかと思われる。

軌道も敷設して動きを観察したが，こう配変更点付近でレールがもち上がる状態を呈したり，降下時にレールが移動した。これには道床を所定厚より少なくし，切替え後，正規なものにすればよいと思われる。左右のジャッキの降下誤差は実験値より2秒であり，油温変化の差 (5～55℃) による降下速度は約 10 秒の違いがあった。

本実験によりこう配取付部の施工において油圧式ジャッキは安全性をはじめ施工性にも十分満足できることが確認できたが，それをまとめると次のとおりである。

① ジャッキ操作は多数の桁を降下させるには自動がよい。

② 降下速度の調整には1ストロークの余裕高さがあればよい。

③ 設定圧力を 210 kg/cm² としたが，施工面，使用面からも適当であった。

④ 今回のジャッキは1基 10 t 程度あり，撤去時の方が困難が予想されるので分割化の検討の必要がある。

⑤ 仮設柱の施工は正確さが要求されるので，施工機械とも関連づけて設計する必要がある。

今回はわずか1年余りの計画製作実験であったが，机上で予測されない各部機材の挙動がみられた。尺取式ジャッキのほか2種類のジャッキを用いて実験したので，これらの特性を参考に降下高さ，スパンの大小により使い分ける等検討したい。また経済面から考えると，在来のジャッキの転用および降下高が少ない個所には実験ですでに確かめたサンドシリンダによる降下が有効と思われる。

本研究開発は鉄道高架のこう配取付部の施工であるので，大重量物を安全，正確，そして所定時間内にということを主題に進めてきたが，この工法は道路と道路の立体交差にも応用できる面があり，今後応用範囲が広いものと思われる。

“記事のその後”

●京葉道路（四期）開通……

京葉道路・四期工事のうち，殿台～東千葉間は昭和 55 年 10 月1日開通し，先に開通している東千葉～浜野とあわせて四期区間が全線開通した。

この区間の千葉市貝塚町付近にある荒屋敷貝塚を保存するため，貝塚の下をトンネルで通過している。このトンネルは京葉道路および国道 16 号線のそれぞれ上下線の4本が各々の側壁を共有する，構造的にも施工的にも特異な4連続めがねトンネルとなっている。

本誌昭和 55 年4月号（第 362 号）p. 36「パイプルーフ併用の4連続めがねトンネルの施工─京葉道路（四期）貝塚トンネル」参照。

●東大寺・落慶……

昭和大修理を終えた東大寺で，昭和 55 年 10 月 15 日落慶の大法要が行われた。

今回の大仏殿昭和大修理は明治以来 70 年ぶりの大事業で，修理の目的は雨もりの原因となっている瓦の葺替えを主体に，天井板の破損部の修理，周囲の板壁の締直し，防災工事の充実などである。

大仏殿は世界最大の木造構造物であるが，修理期間中大仏殿を風雨から守るため，大仏殿をすっぽり覆う須屋根が設けられ，この須屋根は間口 86.4 m，奥行 79.2 m，軒高 32.9 m，棟高 55.0 m という大きいものであった。

本誌昭和 50 年6月号（第 304 号）p. 58「東大寺金堂須屋根新築工事の施工計画」参照。

●御所ダム・試験湛水開始……

建設省東北地方建設局が北上川右支川雫石川に建設中の御所ダムは昭和 55 年 11 月 18 日に試験湛水を開始した。

同ダムは堤高 52.5 m，堤頂長 330 m，総貯水容量 6,500 万 m³ であり，田瀬ダム，石淵ダム，湯田ダム，四十四田ダムとともに北上5ダムを形成している。

本誌昭和 54 年3月号（第 349 号）p. 39「アスファルトセンターコア締切の施工─御所ダム上流2次締切工事」参照。

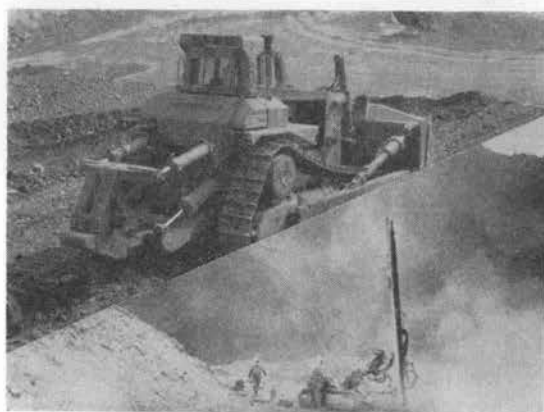
（編集部）

超大型ブルドーザと予備発破による低公害リッパ工法

橋村道尚*

1. はじめに

当社の砕石工場は昭和 30 年に現在の福岡県中央部甘木市北部に開設された。昭和 40 年頃より筑後川の砂利採取規制により山砕石の需要が急速に伸び，地域開発の要望に応じ設備の拡大に務め，昭和 47 年度に九州縦貫自動車道の建設により販売数量は 100 万 m^3 (170 万 t) にも達した。オイルショック後の景気抑制策による一時的需要の落ち込みもあったが，近年の景気刺激策と，福岡，久留米，日田市に 40 km，鳥栖，佐賀方面に 50 km の距離という恵まれた地理的条件により，また砕砂の出荷も含め数量的に以前のレベルにまで回復してきた。この需要増加に伴い 1 日の必要起砕量は 6,000 t にも達する。

従来，当社では最も一般的な起砕法である発破を使用してきたが，岩盤破壊における発破作業には騒音，振動，飛石等の発破公害による環境問題が発生し，原石山と周辺民家との距離が近いことはこの問題を一層深刻にした。発破技術の開発研究により対策は行ってきたが，変則的なベンチ発破は原石山生産性の低下をきたし，十分な解決策とはなり得なかった。

表—1 使用機械

工程	機種		台数
表土処理	ブルドーザ	CAT D9G	1
	〃	CAT D8H	1
起砕	ブルドーザ	CAT D10	1
	クローラドリル	CHD 750	1
	〃	CD 600	3
	エアコンプレッサ	PDR 600	3
	〃	PDR 175	1
積込み	ホイールローダ	CAT 988 B(ビードレス)	1
	〃	CAT 988 A	2
運搬	ダンプトラック	CAT 769 B	5
小割り	ブレーカ	MS 180	1
製品積込み貯石 etc.	ホイールローダ	CAT 980 C	2
	〃	CAT 966 C	3
	〃	CAT 910	1
	湿地ブルドーザ	CAT D 6 C LGP	1

(注) D 10 は昭和 54 年 6 月購入

* *Michinao Hashimura* （株）才田組取締役砕石部長

写真—1 発破とリッパの組合せ

そこで，根本的解決を計るために発破以外の工法も含めた調査研究の結果，昨年 6 月超大型ブルドーザ CAT D 10 を導入し，予備発破（ゆるめ発破）との組合せ工法の採用に踏切った。以下，当砕石工場における低公害リッパ工法とその成果を紹介する（写真—1 参照）。

2. 現場概要

当地は三郡変成帯南限部に属し，その岩質は一般に角閃岩と呼ばれる緑色片岩で，比重は 2.9 と非常に重い。また破砕した際，角の鋭い非常に緻密で硬い岩石で，その岩盤の平均弾性波速度は 3,000～3,600 m/sec（試験片では 5,000 m/sec）にも達し，これを大量に処理することは，プラントも含め機械にとって非常に過酷な条件といわなければならない。

次に当砕石工場の概要を示す（写真—2 参照）

写真―2　砕石工場全景

所　在　地：福岡県甘木市大字持丸 811-1
敷地面積：29.3 ha（原石山 20 ha）
原石埋蔵量：1,000 万 m³
生産能力：月産 8 万 m³
採用工法：①予備発破＋D 10 リッパ工法
　　　　　②D 10 リッパ工法
　　　　　③ベンチ発破工法

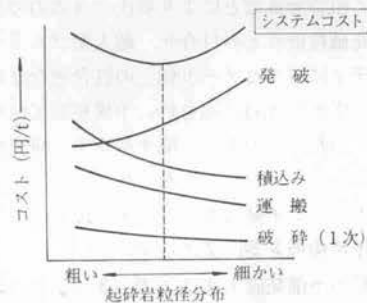
図―1　起砕岩粒径分布とコスト

3．ベンチ発破工法（従来工法）の問題点

問題となる生産環境は **写真―2** でも明らかなように甘木市の山間部にかかるところで，周辺に民家が集まっており，最も近い民家では原石山から 200 m の距離にある。従来はベンチ発破工法で **表―2** の発破規格で起砕していた。

しかし前述の砕石需要の増加に伴い，昭和 47 年頃より近隣住民の発破に対する騒音，振動の苦情が出始め，以前のベンチ工法で1日2回（1回当り起砕量 3,000 t）の発破を行っていたものを，1日 7～8 回（1回当り起砕量 900 t）の小規模発破にまで変更した。DS 雷管を使い，1段発（1孔）当り薬量 23 kg で，発破1回に3孔（総薬量 69 kg）にまで押さえなければ，周辺民家での騒音，振動の目標値 60 dB（A）以下が達成できなかった。1回に3孔ずつでは本来の発破効果は期待できず，

表―2　ベンチ発破規格

ベンチ高さ	11 m	せん孔径	65 mm
最少抵抗線長	3 m	火薬種類	ANFO，3 桐
せん孔間隔	3 m	発破原単位（起砕岩 t 当り薬量）	70～100 g/t
せん孔長	12 m		

また1日 7～8 回の発破警戒，待避では安定した原石の供給は無理で，生産性は極度に落ちる結果となった。また発破原単位を 70 g/t に落とし，孔数を増しても起砕岩の粒径が粗くなり，1,000 t 当り直径 1 m 以上の大塊が平均 70 個（約 200 t）も出て，**図―1** の起砕岩粒径と原石山のトータルコストの関係からも明らかなように，小割り，根切り用ブルドーザ，積込み，運搬，破砕コストの増加による生産性の低下は免れ得なかった。そのほか，1日 7～8 回の発破，小割作業，薬量制限による浮石など，安全面での問題も大きくなった。そこで発破公害，作業の安全性，生産性の問題を解決する他の工法を考えることが急務となった。

4．予備発破工法の導入

当初，発破に代る起砕法として超大型ブルドーザ（D 10）のリッパのみですべての起砕ができないものかと考えたが，岩盤の弾性波速度 3,000～3,600 m/sec（無亀裂岩 5,000 m/sec）ではリッパの能力が高くなったとい

写真—3　予備発破せん孔

写真—4　予備発破

えども，クラックの発達した部分や風化部においては必要生産量が確保できるが，緻密な岩盤では少々リッピングにより起砕可能でも機械コストから採算ベースには乗らない。

そこで，発破工法とリッパ工法の特徴をあらためて比較してみると**表—3**のようになる。この両者の長所，短所をうまく組合せることにより解決できるのではないかと考え，発破技術者との打合せ，超大型ブルドーザのリッパビリティに対するメーカ側との打合せなどの検討を繰返し，一応の経済的目途を得，予備発破工法の採用に踏切った。当時，この工法に関する施工，研究例も少なく，相当な決心のいることであった。

次に従来のベンチ発破工法と予備発破工法のフローチャートと使用機械を**図—2**に示す。

当社採用の予備発破工法は**写真—3**のように岩盤にほぼ垂直に 3 m（1 ロット分）の千鳥型せん孔を行う盤打ち発破で，薬量は1孔当り 1.5～2.0 kg 程度を岩盤の固結度に応じて使い分けている。火薬は ANFO を使用，せん孔，装薬作業は崖っぷちの仕事が少なく，ロッドチェンジの必要もなく簡単で，特殊な経験や技術が不必要なうえ効率が良く，安全性も高い。予備発破は極めて微弱な爆発によって岩盤内部に亀裂を発生させるもので，その岩盤破壊メカニズムは**図—3**のようになり，爆発のエネルギーは表面に達することが少ない（**写真—4**参照）。したがって，広範囲の発破警戒，機械の待避などの必要がなく，他の工程の効率を下げることは少ない。従来のベンチ発破工法での欠点であった断続作業的要素は薄れ，連続作業的傾向は全体の効

表—3　発破工法とリッパ工法の特徴

	発破工法	リッピング工法
優位点	・岩盤の条件に制約されることが少ない。 ・生産性，コストにすぐれている場合が多い。 ・長い歴史をもち，多くの研究開発が進んでいる。	・作業システムが簡単。 ・特殊な技術を要しない。 ・公害発生がほとんどない。 ・安全性が高い。
問題点	・岩盤破壊のコントロールがむずかしい。 ・安全性のため特殊な技術と管理が必要。 ・発破公害の発生。	・岩盤の条件に制限されることが多い。 ・岩盤を破壊できる限界がある。 ・大型の建設機械を必要とする。 ・生産性，コストで発破に劣ることがある。

予備発破工法		ベンチ発破工法（従来工法）	
フローチャート	使用機械	フローチャート	使用機械
岩盤		岩盤	
せん孔	クローラドリル（エアコンプレッサ）×3(1)	せん孔	クローラドリル（エアコンプレッサ）×3
装薬		装薬	ANFOチャージャ（エアコンプレッサ）×1
発破		発破	
D 10 リッピング ドージング	D 10 ×1	集石 盤修正	D 9 G ×1
小割り	三菱 MS 180 ×1	小割り	三菱 MS 180 ×1
積込み	988 B ×1 ビードレス 988 A ×1(1)	積込み	988 A ×2
運搬	769 B ×4(1)	運搬	769 B ×3 ワブコ 35 C ×1
ホッパ		ホッパ	

（注）（　）内はスペア

図—2　工法フローチャートと使用機械

図—3　予備発破の岩盤破壊メカニズム

写真―5　予備発破後の岩盤表面

写真―6　予備発破後の岩盤断面

写真―7　リッピング

写真―8　ドージング

率を向上させた。

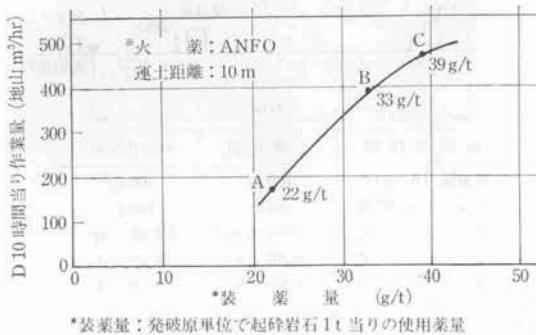
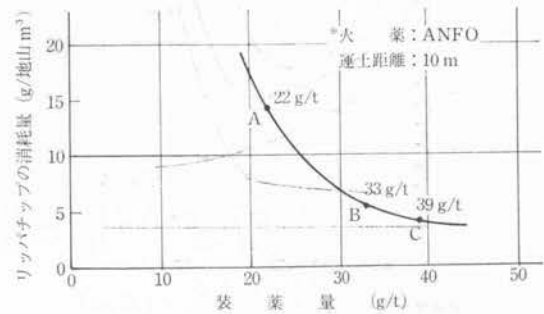
発破後の岩盤の表面は**写真―5**のようにほとんど変化はなく，予備発破1孔について断面をカットしてみると周囲にクラックが発達している様子が**写真―6**でよくわかる。このクラックがリッパの働きを助ける。

次に，D 10 によりリッピング（**写真―7**参照），ドージング（**写真―8**参照）を行い，起砕岩を下段ベンチに落とすピットダウン方式をとっている。そして，下段ベンチに落とされた起砕岩はホイールローダにより 32 t ダンプに積込み，ホッパへ運搬する。起砕された原石の粒径が細かく整っていることに注目していただきたい。

また，以上述べた工法の規格を決めるにあたってはキャタピラー三菱，九州建設機械販売の協力を得，D 10 予備発破工法テストを行い，最適予備発破規格を求めた。

次にこのテスト結果を紹介する。まず，予備発破規格をいろいろ変えることにより D 10 の作業量を計測し，発破原単位と作業量の関係を求めた（**図―4**参照）。また，それぞれのテストでのリッパチップ摩耗量を計測し（**図―5**参照），D 10 の岩盤より受ける負荷率を求め，機械経費算定の参考とした。このテストで D 10 は時間当り最大 1,350 t の作業量を示した（効率 100%）。

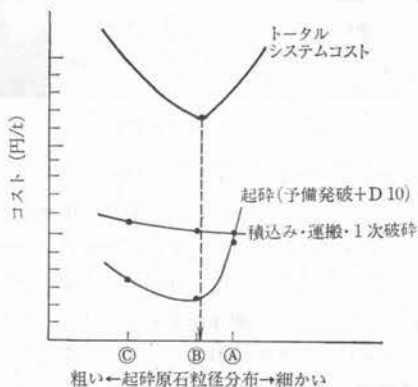
これらのテストにより原石処理トータルコストの傾向は**図―6**のようになり，発破原単位 33 g/t 近辺の規格による工法が最適と推定できた。**図―6** で少し注意が必

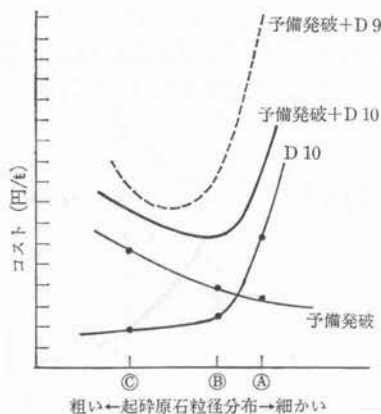
*装薬量：発破原単位で起砕岩石 1 t 当りの使用薬量

図―4　リッピング・ドージング作業量と予備発破装薬量の関係

図―5　リッパチップの消耗量と予備発破装薬量の関係

要なことは，当現場の岩質では発破原単位 33 g/t より薬量を増すと大塊が増え，薬量を減らすと D 10 の作業量は減り，大塊も減る傾向が出た。これはいずれの岩盤にも適用されるものとは考えられないが，岩盤の層状と弱線の分布に左右され，予備発破により発生したクラックとリッピング能力のバランスによって変化する。

以上の結果より，当現場における平均的岩盤での最適発破規格は**表―4** と判定した。また，D 9 との比較テストより起砕コストで**図―7** の傾向が得られ，D 10 の大型化メリットが立証された。**表―5** に参考として大型ブルドーザ D 10 と D 9 の仕様を示す。

5．予備発破工法による成果

最も問題となる発破公害の面では，当工法採用後周辺住民の苦情がなくなったことが端的な答といえよう。発破公害の主要因は空中を伝わる騒音（空気振動）であった。この波動のうち，超低周波音（10 Hz 以下）が建物をふるわし，また空気を振動させることによる体感振動が苦情となって現われていた。参考に最も近い民家での

＊発破原単位　Ⓐ：22 g/t，Ⓑ：33 g/t，Ⓒ：39 g/t

図―6　トータルシステムコスト（D 10 予備発破工法）

発破原単位 Ⓐ：22 g/t，Ⓑ：33 g/t，Ⓒ：39 g/t

図―7　起砕コスト（サブシステム）

表―4　最適予備発破規格

せん孔長	3 m
孔間隔	2.3 m（千鳥型）
ビット径	65 mm
火薬種類	ANFO（ブースタ 3 桐）
薬量	1 孔当り 1.5 kg（発破原単位 33 g/t）

表―5　D 10 および D 9 の仕様

	D 10	D 9
重量	86 t	48.8 t
馬力	710 PS	416 PS
全長	10,185 mm	8,990 mm
全幅	5,490 mm	4,390 mm

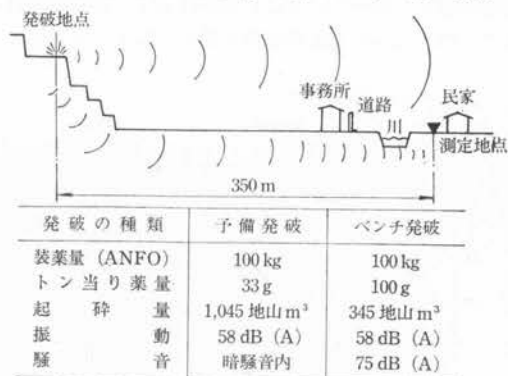
＊ストレートブレード，シングルシャンクリッパ

測定例を**図―8** に示す。予備発破の騒音はまったく感じられず，**図―8** のように暗騒音内であった。

次に，地中を伝わる振動については，両工法とも 1 段当り薬量が同じであればその振動値はほとんど同じであるが，そのときの発破生産量が 3 倍以上になることで，経済性において予備発破は優位と考えられる。また，ベンチ発破は斉発効果が必要なため，できるだけ斉発量を増す必要がある。一方，予備発破は無自由面発破であることから岩盤内部にクラックを作ることが目的となっており，極端な場合には 1 孔ずつ発破をかけても，その効果に変わりなく，1 段当りの薬量は 1 孔の 1.5 kg にまで落とすことができる。つまり予備発破では表面への影響が少ないことから発破母線が切れる心配がいらず，複数の母線を使い，短時間に多数孔の発破が可能である。したがって，民家と発破地点の距離に応じて 1 回の発破をかける孔数を調整すれば，住民の体感振動はほとんど皆無とすることが可能となる。なお，予備発破の場合に岩盤表面に現われる破壊はわずかに亀裂が入る程度で，飛石の心配はない。

以上のように予備発破は発破公害の発生しない工法であると言える。

次に経済性についてみると，メインの工法である予備発破＋D 10 工法により年間（昭和 54 年 7 月～昭和 55

発破の種類	予備発破	ベンチ発破
装薬量（ANFO）	100 kg	100 kg
トン当り薬量	33 g	100 g
起砕量	1,045 地山 m^3	345 地山 m^3
振動	58 dB（A）	58 dB（A）
騒音	暗騒音内	75 dB（A）

※暗騒音 60 dB　　昭和54年6月（晴）

図―8　発破時の振動・騒音測定

表―6 予備発破＋D 10 工法実績

原石起砕量(年間)	1,051,280 t
*D10 稼働時間(年間)	1,502 hr
時間当りD10作業量	{ 700 t/hr 250 地山 m³/hr

(注) 盤修正・アイドリング・ベンチへの往復 etc. も含めたアワーメータ時間

年6月）の原石起砕量とD10ブルドーザの稼働実績を表―6に示す。

平均的施工法は図―9のピットダウン方式で，ピットの奥行き距離は 40～50 m で施工した。したがって，D10のリッピング，ドージング平均距離は 22.5 m となる。このとき，D10は予備発破工法でコンスタントに時間当り 700 t の生産能力を示した。材料が緑色片岩という超硬岩であることと，盤修正などの時間効率の条件も含めると，安山岩，砂岩等の普通岩では時間当り 800 t は可能と考えられる。なお，当社での年間砕石生産量は 927,600 m³ で，必要原石量は年間 1,752,000 t であった。このうち，10％ はD10のリッピングのみで起砕し，60％ は予備発破＋D10工法によって出鉱した。

以上の実績より予備発破工法と従来のベンチ工法との起砕工程における直接費を比率でみると表―7のようになり，ほとんど差はなかった。また，その他の工程で発生する効率向上などのメリットを考え合せると，トータルコストで予備発破工法は安くなる。

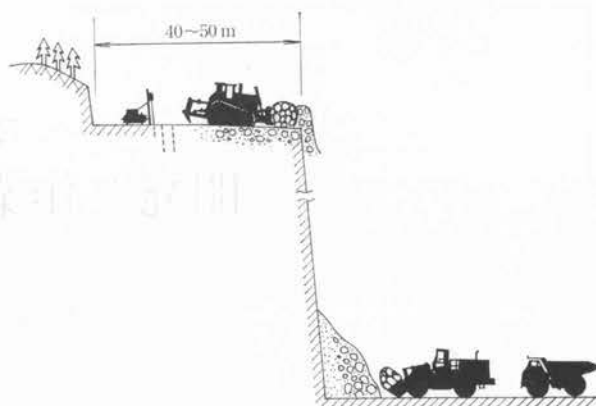
次に，予備発破工法を採用したことにより起砕工程以外に発生したメリットを紹介する。

① 公害対策費の減少……発破のたびに騒音，振動を計測する労力，周辺住民に対する説明会，公害補償費，公害対策用構造物，機器などに対する費用が大幅に削減できた。

② 起砕粒径により原石山全体効率向上……前述したように「予備発破＋リッピング」による起砕岩の粒径分布は細かく整っており，大塊も少なく，積込み，運搬，1次破砕での効率を上げ，機械の損耗を押さえた。次に発破の欠点である断続作業的性格をより連続作業に近づけたことも全体効率向上に貢献した。

表―7 コスト比較（比率）

工程＼工法	予備発破工法		ベンチ発破工法	
	固定費	変動費	固定費	変動費
せん孔	11.78	18.08	14.18	16.46
装薬・発破	4.81	18.42	7.32	30.70
D10リッピング・ドージング	19.77	25.35	—	—
根切り・集石	—	—	14.92	12.37
小割りブレーカ	2.86	0.23	2.86	1.19
小計	39.22	62.08	39.28	60.72
合計	101.3		100	

(注) ベンチ発破の起砕コストを100とし，インフレを含まず同レベルで比較した。固変分割について償却費，機械管理費，人件費は固定費扱い，運転経費は変動費。

図―9 ピットダウン方式

③ 安全性の向上……予備発破はせん孔，装薬，発破の各作業が簡単で，発破の放出エネルギーが少なく，安全性が高くなった。またベンチ発破での補助ブルドーザによる根切り作業，浮石処理など危険な作業の必要がなくなった。

これらのメリットと前述の直接費を含めて考えると，費用として明確に算出できないものも含むが，明らかに当砕石工場においては予備発破工法の方が経済的にも有利である。

以上，予備発破工法は公害対策，経済性においてすぐれた工法といえる。

6. まとめ

当砕石工場で予備発破工法を採用して1年余，せん孔工程，ベンチ進行など，これからの研究課題を残しており，完全な工法とはなっていないが，総じて公害対策の面で，また経済性の面で成果をあげることができた。

このほか，当初予想しなかったものの一つとして，本年環境対策優良工場として県知事より5年の採掘認可を受けた。これは地域社会での企業イメージの向上と採掘認可申請コストの低減につながる。

第2に，ベンチにおいて予備発破をかけた状態で仕掛品として貯石が可能となり，安定生産に結びつくこと，第3に，発破に対する苦情がなくなったことによりマネージャ，ワーカの精神的負担が軽くなり，労働の忘気が高まったこと，第4に，新工法採用とその最適化研究の中で岩石の大量処理における IE（インダストリアル・エンジニアリング）技術が向上したことなど好材料がみられる。

以上，低公害リッパ工法についてまとめたが，これからも時代のニーズに合せて予備発破工法の採用が増えると考えられ，当報告が同様な問題を抱える会員の皆様に少しでも参考になれば幸いである。

大型ロックベルトローダの開発と作業実績

野 村 昌 弘*

1. まえがき

この機械は大規模土取工事において切羽に自走で接近し，ブルドーザ，リッパ等によって集積する土岩を耐ロックのベルトで直接重ダンプまたはベルトコンベヤシステムへ連続的に積込むことができる大型自走式ベルトローダで，当社が長年にわたり土工工事分野で蓄積したノウハウをもとに独自に開発，設計，製造した土岩積込用機械である。これによって積込みの能率化，省エネルギーとロック積込みを実現したものである。

本機は連続運搬能力 2,500 t/hr の能力があり，45 t 積重ダンプトラックに約1分間で積込むことができ，大型ホイールローダに比べ積込所要時間を短縮することができる。

エンジン出力は大型ホイールローダの 1/2 以下であるため燃料の大幅な節約ができる省エネルギー型機械である。また，運転操作が非常に容易な機械でもある。

本機の使用にあたっては，機械の性能，効率を向上させるように，施工法自体を配慮し，適合したものにしなければならないのは当然である。

写真—1 45 t 積重ダンプに積込中のロックベルトローダ R-BCL-2500 B（右側）

2. 開発の目標

開発の目標については次のような項目をあげ，それぞれ実際に実現され，現在稼働中である。

① 大規模土取工事施工の能率化とコストダウン……従来の土取工事では重ダンプトラックへの積込みはホイールローダおよびローディングショベルでの数回積みであり，そのほかに能率向上した機械はない。ベルトシステムへの積込みもホイールローダとダンプトラックか，ホイールローダのロードアンドキャリー，またはバケットホイールエキスカベータ等であった。これらの従来工法をより能率化し，コストダウンしようとした。

② ダンプ積込時間の短縮……大型ホイールローダによる大型ダンプトラックへの積込時間を短縮し，能率化を計る。45 t 積重ダンプトラックへの積込時間を短縮し，積込コストの低下を計ると同時に，ダンプトラックの稼働効率向上を計る。

③ 土砂はもちろん，軟岩，中軟岩，転石の積込み……リッパにより破砕および予備発破併用により破砕したものを直積可能にするためベルトを耐岩強力なものにした。

④ 省エネの実現……今後の石油事情より工事の省エネはどうしても行わなければならないものと考え，ホイールローダのように重い機械全体を土砂とともに動かすロスをなくし，機械は固定してベルトのみ回転し，エネルギーの大幅節減を可能にした。

⑤ 自走移動の可能……現場内の移動と切羽への自走接近，土取，積込完了時の移動等，強力敏速に行えるよう運転操作容易な自走式とした。

* *Masahiro Nomura* 国土開発工業（株）技術部長

⑥ 運転操作の容易化……これからの機械はできる限り運転が容易で熟練を必要とせず，居住性もよく，振動，騒音の少ない機械でなければならない。本機はこれらを可能にした。運転操作は ON, OFF のボタン操作のみで，ホイールローダのような長い熟練を必要とせず，冷暖房の運転席は振動もなく快適である。

⑦ ベルコンシステムへの結合の配慮……本機はトランスファコンベヤ等を介してメインコンベヤへ直接結合することが可能である。また岩の場合は本機の後部へ自走式クラッシャを置き，250 mm アンダーとしてメインコンベヤに結合することができる。現在この自走式クラッシャを開発中である。

3. 構造および作動

本機は前方に土留板（ウイング）があり，これより前方は土岩の中に埋没する。この下部には土岩を受けて引出すロックベルトの先端部とこれを保護するカバーがある。まず，この土圧を受けながら引出すロックベルトの面積，縦横比の最良値を見出すのにも問題があった。従来からゴムベルトは岩に弱いとされていた。この欠点をなくすためベルト自体およびその支持装置を研究した結果，十分耐えうるものとなった。

このロックベルトはバンドー化学が以前より神戸市のグリズリ下部の大型ロック横持ち用として，種々苦労して開発したものを今回本機に採用するべく共同開発したものである。

ロックベルトは表面に耐カット性強力材料を使用し，内部には 6 mm 径のワイヤロープ約 120 本が入り，厚みも 40 mm 弱と非常に強力なものになっている。現在まで約1年間の実稼働実績で実証されているように安心して使用できるものとなっている。また特に土圧の受圧部および岩落下部のベルト支持ローラには苦労し，初期にはいろいろと試行錯誤を繰返し，実験，稼働をし，現在の安定した設計となったのである。

本機の積込岩は最大辺長 1.3 m である。許容以上の大塊が投入され，入口につかえると警報ブザーが鳴って運転者に知らせるとともに，エマージェンシーストップが作動し，自動停止するようになっている。

次に取り入れられた土岩はロックベルトの先端まで達し，重ダンプのベッセルに積込まれる。ロックベルトを駆動する動力は 265 PS/1,800 rpm のディーゼルエンジンである。燃料は軽油または燃料フィルタを切替えてA重油も使用可能となっている。

駆動は油圧式でオイルポンプとオイルモータを使用している。駆動の制御は自動コントロールされている。土岩の取入れ口の土圧，引出し抵抗，ベルト上の土岩の厚み，岩の割合，比重等から駆動負荷が変動するが，この変動を自動コントロールしてエンジンの出力が一定となるようにしている。したがって，オペレータは始動，停止の押ボタンスイッチを ON, OFF するだけでよく，複雑な操作は一切必要ない。したがって，運転操作はロックベルト積込用上部運転室で1人のオペレータが積込む重ダンプトラックの荷台を見ながら始動ボタンと停止ボタンを押すことと，ダンプトラック待ちのとき燃料節約のためのアイドリングボタンを押すだけでよい。運転室は冷暖房設備が可能である。

走行装置は無限軌道式となっており，全重量 120 t を支え，自走できるようになっている。走行駆動は油圧式で，オイルモータからの動力は減速機，チェンを経てスプロケットを回転させ，トラックリンクに伝え，走行する。走行用の運転台は下方にあるエンジンと隣接しており，右左用走行レバーの2本を操作して走行する。また，この運転台にはベルトで積込中の機械の安定を保つアウトリガの操作レバーもある。そのほか，運転中の油圧の各所の状態をチェックできるゲージが並んでおり，状況を把握できるようになっている。

機械を走行させるときは，まずウイング前方の土岩取入れ口カバーと同ベルト部を油圧シリンダによって上昇させてから行うようになっている。オプショナルアタッチメントとしてウイング上部に土岩整理用バケット，または岩小割用ブレーカを備えた可動ブームを装着することができる。これは常時使用するものではないが，機械の手として大変便利である。

4. 施工方法

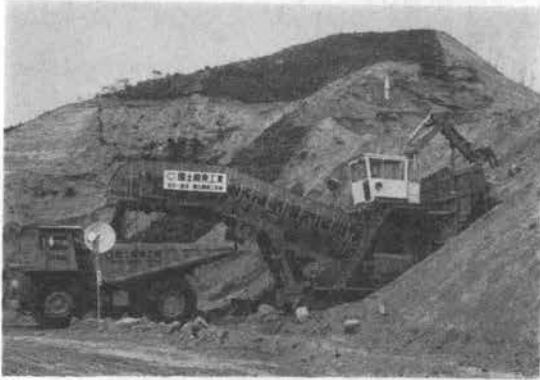
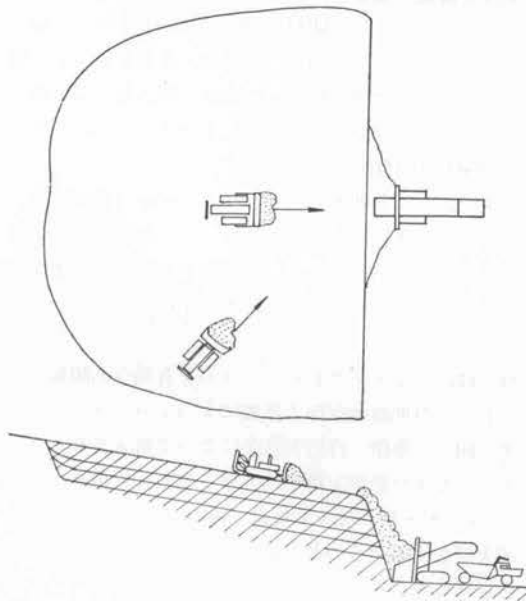
本機で積込作業をするには 7〜18 m 程度の切羽に自走接近し，セットし，切羽上部で半径 80 m 程度の扇形にブルドーザで掘削，押土，運搬し，落差を利用して機械前方のウイング前に集積し，連続に積込む。45 t 級ダンプトラックのベッセルではブルドーザ 40 t 級で排土板満載押土2回分である。

適用土質は，土砂はもちろんリッパ破砕可能な軟岩，中軟岩および硬岩でも予備発破でリッパ破砕をするものに使用するのが効率的によい。硬岩で全発破を使用するベンチカットをする場合，本機の使用は得策とはいえない。

施工は，ブルドーザおよびリッパを有効な前傾斜（ダウンヒル）の平面掘削押土運搬によってロックベルトローダに向って集積，自然安息角によって落下させることによって大きな能率を得ることができる。使用するブルドーザは 30〜40 t 級，また岩が硬いときは 70〜80 t 級の超大型を使用するのがよい。ブルドーザの台数は 2〜3 台が適当である。

本ロックベルトローダの連続作業量は 2,500 t/hr, 45 t

ダンプトラックへの積込みでは 1,100～2,100 t/hr と非常に大きいので，ブルドーザ1台当りの作業量はできるかぎり優秀なオペレータによって最大級になるよう努力する必要がある。このことはすべての工事について能率向上，コストダウンのために必要なことであるが，ベルトローダではブルドーザの能率が正直にベルトローダ能力として現われるのである。そして短距離掘削運搬機械としてブルドーザが m³ 当りコストが一番安いことももう一度考える必要があろう。

本ベルトローダはこのように時間当り作業量が大きいので掘削地盤も急速に下がってゆく。1日当りの作業時間によって異なるが，1回セットすれば 15～20 日で完了する。したがって，一つの切羽で作業を開始したら現場管理者は次の土取場の段取りに入り，掘削積込完了と同時に次の切羽に移動できるようにする。すなわち，施工する現場全体にロックベルトローダが最大の能率をあげられるよう段取られ，実行されてゆかなくてはならない。これによって掘削，積込み，および重ダンプ運搬のコストダウンと省エネルギーを実現することができる。

写真―2　46 t 積重ダンプへの積込中（左側）

図―1　施 工 方 法

いままでの説明ですでにわかるように，この超大型ロックベルトローダがいままでに開発されなかったのは，施工法 1/2 と機械 1/2 の両者がマッチしないと完成されないものであり，現在のように，メーカは機械を作るだけ，施工者は機械を使用するだけでは生まれないものであると思う。したがって，現在よりより能率を上げるための施工法は現場の一層の努力が必要である。この結果，現場全体が活気のある有機体となりうるのである。

本機は重ダンプトラックに積込むのみでなく，ベルトコンベヤに直結することもできる。土砂の場合は本機の後に自走式トランスファコンベヤ等で連続出土できる。また岩の場合は本機の後に移動式モービルクラッシャを置き，岩を 250 mm アンダーにし，移動式コンベヤを経てメインコンベヤに結合することができる。これら関連機械についても当社で開発中である。

5. 適 応 性

本機は特に大型現場での稼働に適する。販売価格は大型ホイールローダより少々高い程度であり，維持整備費はタイヤ費等を含めてホイールローダより安くなる。高い作業能率と合せ，積込コストは低くなるが，一方，本機はホイールローダに比べて移動性が良くない欠点を持っている。実際の大型現場では前述のように半径 80 m 程度の扇形の土取り，積込みが完了して自走移動すればよいのであるが，1日のうち数回または 1～2 日で頻繁に移動するような現場では不向きであり，ホイールローダの方がこの場合は適合しているといえる。しかし，大型重ダンプトラックを使用するような現場では本機が適合する場合が多いと思われる。

本機は 45 t 積重ダンプを対象として計画，製造されているが，68 t，120 t 級のより大型のダンプトラック用にはベルトの機長を長くすることによって可能である。また，より積込能力を上げることも可能である。

適合土質については，前述のように土砂はもちろん，ロックベルトを使用しているので岩も積込むことができるが，リッパ破砕可能な軟岩，中硬岩および硬岩でも予備発破でリッパ破砕するものが適している。非常に硬い硬岩で全発破を必要とする場合はベンチカットが行われるが，このような場合は不向きである。

今後適応される現場としては，新空港など大型土地造成，埋立の土砂採取，鉱業の露天掘り，石灰石のうち比較的やわらかいものの採取，砕石の採掘，アースロックフィルタイプダムの土取り等，広い範囲に応用，活躍できるものと期待される。

6. 作業性能

運搬積込能力は連続で 2,500 t/hr, 45 t ダンプ積込能力はダンプ入替時間 20 秒として 1,100~2,100 t/hr である。表—1 に実績をあげる。これにはいろいろと異論もあろうと思う。発破ベンチカットの場合, ホイールローダのみで積込みできるが, ベルトローダではブルドーザが必要となる等, しかし前述のようにベンチカットが必要な硬岩が対象ではないとするならば, ブルドーザ, リッパによる掘削, 破砕, 運搬はホイールローダにとっても必要となるのである。

写真—3 岩積込中

表—1 作業実績

		ロックベルトローダ R-BCL-2500 B	ホイールローダ 7 m³ 級	ホイールローダ 9 m³ 級
45tダンプトラック積込時間	積込係数	(0.60~1.13)	0.85~1.15	0.90~1.20
	積込回数	連続	4 回	3 回
	ダンプ入替時間 (a)	20 sec	20 sec	20 sec
	実積込時間 (b)	50~75 sec (0.83~1.25 min)	136~184 sec (2.26~3.06 min)	97~133 sec (1.61~2.21 min)
	総積込時間(a)+(b)	70~95 sec (1.16~1.58 min)	156~204 sec (2.60~3.40 min)	117~153 sec (1.95~2.55 min)
時間当り作業量	積込台数(連続)	37.8~51.4 台	17.6~23.0 台	23.5~30.7 台
	作業効率	0.75	0.75	0.75
	作業量(土砂比重1.5)	1,130~2,120 t/hr (750~1,410 m³/hr)	530~950 t/hr (350~630 m³/hr)	700~1,260 t/hr (460~840 m³/hr)

7. 省エネルギー

燃料消費量の作業実績は表—2 のとおりである。ロックベルトローダ 35 l/hr に対して大型ホイールローダ 7 m³ 級は 70 l/hr, 9 m³ 級は 100 l/hr である。すなわち, 省エネ比率はロックベルトローダは大型ホイールローダと比較して約 70% となっている。これは約 30% の燃料で作業できるということである。

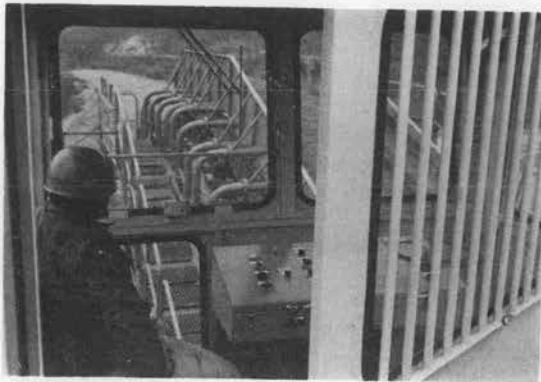
なぜロックベルトローダは燃料消費量が少ないか。ホイールローダはバケットに満載した後, 機械本体全体が後進, 前進する。このことは全重量が運動することになり, 大きなエネルギーを必要とすると同時に, バケットへのすくい込みエネルギーも非常に大きいものである。エンジン出力を比較してみると, 大型ホイールローダは 550~700 PS に対して本ロックベルトローダは 265 PS で, しかも, この出力には十分な余裕をもたせている。

写真—4 ロックベルト上を流れる岩

本ロックベルトローダの積込必要エネルギーは, ベルトの回転とベルト上の土岩の上昇エネルギーおよびウイング前方の土岩引出し抵抗であり, 本体全重量の運動エネルギーは必要ないので大差を生ずる。省エネが世界的要求である今日, これに答えられる機械であると思う。

8. 運転の容易化

ホイールローダ, ローディングショベル等の積込機械の運転技術は建設機械のうちでも非常に高度なものが要求される。したがって, オペレータの経験年数も高能率をあげるためには 3 年以上といわれている。これに対し本機は, 固定された運転席の中で始動, 停止のボタン操作のみでよく, 高度な運転技術も経験も必要としない。移動式機械ではオペレータの生活環境も振動, 騒音で問題になっているが, 比較的よい職場となりうると思っている。

本機が作業するにあたっては, 1 名のフォアマンが数台のブルドーザの作業管理をすると同時に, 重ダンプの出入り運行とベルトローダを管理することになる。このフォアマンに有能さが必要であることは当然である。

写真―5　簡単な ON, OFF ボタン操作の運転室

写真―6　分解運搬中のロックベルトローダコンベヤフレーム

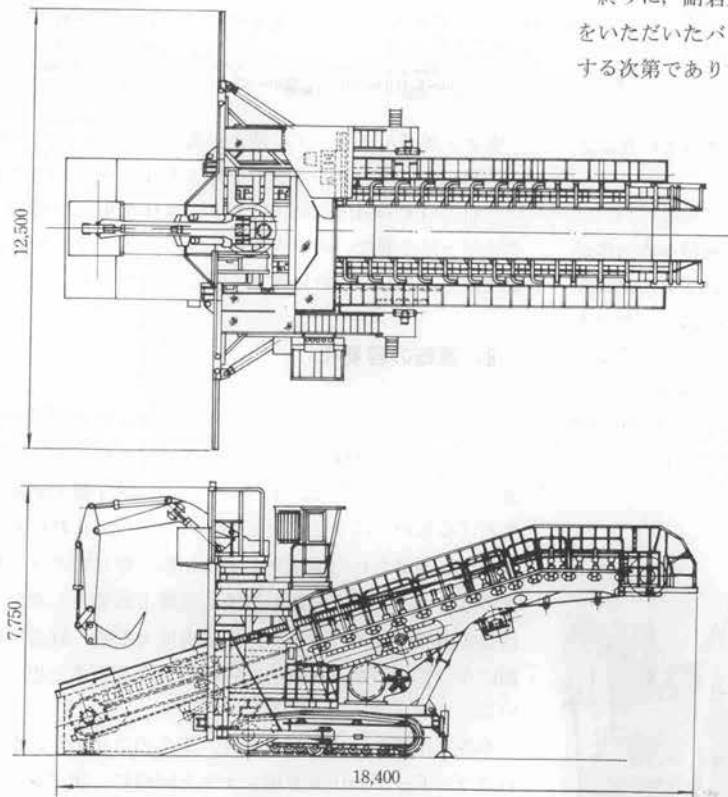
9. あとがき

ベルトローダは 10 年以上前から当社の千葉県の浅間山土取工事において小容量のものを使用し，その実績に基づいて大型ロックベルトローダへと発展し，自社で計画，設計，製造したものである。現在このロックベルトローダは広島県江田島の土岩採取現場で 2 台稼働中である。今後建設，鉱山等各方面でお役に立つよう各位のご指導をお願いしたい。

表―2　燃料消費量

	ロックベルトローダ R-BCL-2500 B	ホイールローダ	
		7 m³ 級	9 m³ 級
時間当り消費量	35 l/hr	70 l/hr	100 l/hr
m³ 当り消費量	0.025～0.047 l/m³	0.111～0.200 l/m³	0.119～0.217 l/m³
m³ 当り平均消費量	0.032 l/m³	0.143 l/m³	0.153 l/m³

また本機は日刊工業新聞主催第 10 回（昭和55年度）機械工業デザイン賞奨励賞を受賞させていただきましたことを申し添えます。

終りに，耐岩用ロックベルトローダ開発に絶大な協力をいただいたバンドー化学ならびに関係各位に深く感謝する次第であります。

●仕　様
- 名　　称：コクド・ロックベルトローダ
- 形　　式：R-BCL-2500 B
- 性　　能
  - 積込能力（連続）：2,500 t/hr
  - 比重 1.7（連続）：1,500 m³/hr
  - 適合ダンプ容量：32 t 以上
  - 積込岩最大辺長：1.3 m
- 主要寸法
  - 全　　長：18,400 mm
  - 全　　幅：12,500 mm
  - 全　　高：7,750 mm
  - 最低地上高：450 mm
  - まき出し高さ：5,900 mm
- 全装備重量：120 t
- 動　　力：265 PS/1,800 rpm
- コンベヤ
  - 水平機長×揚程：15.7 m×4.1 m
  - ベルト速度：21～41 m/min
  - ベルト：スチールコード入ロックベルト
  - ベルト幅：1,800 mm
- 走行装置
  - 形　　式：履帯式
  - 駆　　動：油圧駆動式
- オプション：可動ブーム

図―2　R-BCL-2500 B ロックベルトローダ

オイル分析サービスによる修理費の低減

重田研二*

1. まえがき

建設機械のメンテナンスの向上は，建設の機械化を推進していくうえでも重要なファクタの一つである。最近の機械設計もこの面からの配慮が随所に図られるとともに，とかく経験とカンに頼りがちな手法をいかにして合理的，科学的に実施していくかもいろいろな形で研究されつつある。その一つとして，人間の健康診断と同じように，血液に匹敵する建設機械のオイルを一定期間ごとにサンプリング，分析し，各コンポーネントの摩耗特性，異物進入状況を測定し，機械を分解せずにあらかじめ機械の内部の状態を知り，故障を未然に防ぐ科学的予防保全方法として「オイル分析サービス」がある。米国ではキャタピラー・トラクタ社が 1971 年にこの方法を開発し，当社においてもこれをベースに 1974 年1月我が国に導入し，以来，現在までの全国の依頼件数は 10 万件を突破し，建設機械の健康診断方法として定着しつつある。以下この概要について紹介する。

2. オイル分析の原理

この「オイル分析サービス」はオイル中に含まれる金属濃度の測定である。すなわち，エンジン，パワートレーンなどの内部の摺動部分は正常であれば一定の割合で摩耗する。そしてフィルタでとらえることのできない微小な金属粉がオイル中に浮遊し，この微小な金属粉の濃度を測定することによって各部の摩耗の状態を判定する。この金属粉の濃度が摩耗度の基準値に比較して急激に増加していれば，なんらかの故障の兆しがあると判断される。またオイル中への燃料，水分，不凍液，塩分などの混入状態，汚染状態，全般的な劣化状態などの測定

写真―1　原子吸光分光光度計によるオイル分析

も同時に可能であり，各機械ごとの特性をも加味され，精度の高い予防診断を行うことができる。

しかし，このオイル分析サービスによる機械の状況判定方法とその基準値の技術開発にあたっては，各機械を構成する部品の材質，摩耗特性の分析基準値の設定に相当の投資と時間が要求される。このためにあらゆる条件下で稼働する何百台という機械を対象にフィールドテストを実施し，システム開発完了までに約3年の歳月と対象機械の延べ稼働時間は数百万時間も費やしている。

(1) 摩耗分析

オイル中に混入する各コンポーネント構成部品の摩耗粉による金属濃度測定には，オイル中に浮遊する各化合物の原子は励起状態で，それぞれ特有の波長の光だけを吸収するという性質を利用した原子吸光分光光度計（図―1参照）が使用される。この装置はホローカソードランプを光源とし，サンプルオイルを吸引する装置の付いたバーナ，希望する波長の光だけを分離反射させるモノクロメータと，この通過した光だけを測定する検知器から成っている。例えば，オイル中の銅の濃度を測定する

* *Kenji Shigeta*　キャタピラー三菱（株）サービス開発部長

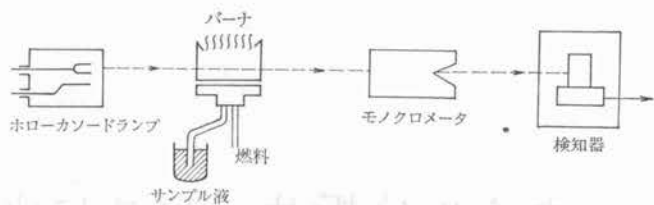
場合，まず光源に銅原子を吸収する光の波長3,274 オングストローム（Å）の光を発するランプを取付ける。オイル中に含まれる銅粉はバーナに導かれ，高温の炎によって銅は自由原子の状態に解離され，ここで 3,274（Å）の光だけが吸収される。さらにモノクロメータでこの波長の光だけが選択され，吸収されなかった光だけが検知器でキャッチされる。そして，あらかじめ濃度のわかっている既知濃度３種を含むスタンダード液の吸光度とサンプルオイルの吸光度を比較し，オイル中の銅原子の濃度を知ることができる。

この方法で測定する金属元素は銅，鉄，クロームなどであるが，これらの元素の混入はエンジンの場合，次の状態を示す。

銅…………………オイルクーラ，オイルポンプブッシュ，ロッカアームブッシュ等の摩耗
鉄…………………クランクシャフト，カムシャフト，オイルポンプ，タイミングギヤ等の摩耗
クローム…………ピストンリング，バルブステムの摩耗
アルミニウム……メインおよびコンロッドベアリング，クランクシャフトスラストプレート，ピストン等の摩耗
シリコン…………塵埃，泥の侵入度合

（2） 異物検出

上述の摩耗分析と同時に本来オイル中に混入してはならない外部から侵入する水分，不凍液，燃料，塩分などの異物検出もそれぞれの機器を使用して行われる。

● 水　分……加熱したプレートに落としたオイルの泡立ち具合を目視して水含有量を確認する（水含有量 0.1%，0.5%，1.0% のスタンダードオイルとの比較）。
● 不凍液……検出はアンチフリーズ中のエチレングリコールをシックス氏試薬による呈色反応で混入の有無を確認する。

図—1 原子吸光分光光度計の仕組み

● 燃　料……特にエンジンオイルへの燃料混入はオイル粘度低下から潤滑不良を促進する。燃料の混入は引火点試験機により調べる。
● 塩　分……吸湿性および吸着性に富む塩分は装置内の発錆，潤滑不良の原因となる。舶用エンジン，マリンギヤに見られるほか，ホイールローダのタイヤバラストとして使用される塩化カルシウム水溶液のファイナルドライブへの侵入などがある。この塩分侵入の確認は硝酸銀溶液を利用し，塩化銀の沈殿を見る化学反応試験で行う。

（3） オイルの汚染度および劣化の分析

オイルの汚染度および劣化の分析によりオイル管理を徹底していくことはエンジン，油圧機器の予防保全上重要である。使用量の多い油圧作動油では汚染具合を確認し，汚染度 NAS 10 級以下を維持するための助言，また適正交換時期の判定もできる。

一方，エンジンオイルの劣化については，従来から使われているスポットテストのほか，最近では油脂全般に適用可能な赤外線吸収スペクトルを利用した分析方法がある。物質の赤外吸収スペクトルによって未知物質の定性定量を行うことで，紫外可視スペクトルと原理的に同じである。現在ある有機，無機化合物は化合物特有の分子振動スペクトルを持っているので，これの確認から物質の定性および同定分析には有力な手がかりとなる。また，既知濃度物質により検量線を作れば，これから未知濃度物質の含有量を調べる定量分析もできる。ディーゼルエンジンの場合は硫化物の測定，天然ガスエンジンの場合はニトロ化も測定できる。トランスミッション，油

写真—2 赤外線分光光度計

写真—3 滴 定 装 置

圧システムの場合，水，不凍液などの外部からの異物進入も測定できる。いずれにしても，劣化状態の判定からオイル交換時期の限界点を知ることができ，オイル管理上重要といえる。このオイルの性状分析としての赤外線分光分析のほか，オイル粘度の測定，酸性度合（全酸価）およびアルカリ度の測定などにもそれぞれ専用の測定器具が準備されている。

3. オイル分析の方法

オイル分析サービスはあくまで継続的なデータをもとにした予知診断の処置であり，ワンタイムのデータで摩耗状態を判定することはできない。すなわち，稼働時間に応じた時系列的なデータから機械各部の摩耗状態，異物進入状況が判定されるのであるため，継続的なサンプル採取が必要である。

採油は通常顧客自身で行い，サンプルオイルとともにデータシートをオイル分析室宛に郵送してもらう。採油に必要な器具としてはサンプリングガン，サンプリングセット（ボトル，チューブ等）を必要とする。採油間隔はエンジンの場合は通常オイル交換時または 250 サービス時間ごと，その他パワートレーン，油圧装置などは 500 サービス時間ごととなっている。

採油時の注意事項としては，機械の運転停止直後でオイルが十分暖まっており，よく撹拌されていること，他のオイル，異物，ほこりが混入しないことに十分に気をくばらなければならない。さらに分析結果の判定の重要な参考データとなるデータシートには，機械シリアルナンバー，オイル使用時間，オイル補給量，稼働状況，オイル銘柄，修理歴などを漏れなく記入する必要がある。オイル分析室ではこれらのサンプルオイルとデータシートから分析診断を行い，報告書が作成され，顧客へ結果を連絡するのが一連の手続であるが，診断の結果，緊急処置の必要な場合は直ちに電話連絡がとられる。なお，分析した機械についてはオイル分析室にすべて登録され，データは保管，管理される。

写真—4　分析用オイルの採油状況

オイル分析サービス報告書

昭和 55 年 8 月 16 日

顧客住所　相模原市田名3100
顧客名　井上建設株式会社　殿

神奈川支店　サービス管理課長　斉藤 正 ㊞

今度送付いただいたオイルの分析結果を下記の通りご報告いたします。ご不明の点は遠慮なくお問合せ下さるようお願い申し上げます。

機種・シリアルNo. 950 73J8711　採油個所 エンジン　作業内容 積込　支店名 神奈川

テストNo	採油 月日	サンプル受取日	採油時サービスメータ	オイル使用時間	オイル補給量 ℓ	Cu 銅 PPM	Fe 鉄 PPM	Cr クロミウム PPM	Al アルミニウム PPM	Si シリコン PPM	Pb 鉛 PPM	Mg マグネシウム PPM	Mo モリブデン PPM	アンチフリーズ	燃料 %	水 %		分析	判定	点検	注記	フォローアップ
86020	54.11.7	54.11.27	1847	221	9	19	32	1.6	3	7	9			-	0	0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	正常	
88610	55.3.8	55.3.13	2622	212	4	33	26	1.6	4	6	8			-	0	0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	
89490	55.4.3	55.4.9	2720	198	2	29	22	1.4	3	7	7			-	0	0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	
91448	55.6.6	55.6.13	3262	260	3	19	26	2.3	4	7	6			-	0	0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	
93695	55.8.9	55.8.14	3792	261	4	22	21	5.7	5	11	4			-	0	0		[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	

この結果はオイル採取方法，採油箇所，使用時間，補給量等データシート記載内容にまちがいの無いことを前提に分析と判定を行なっております。

注記

オイル分析室（判定結果）

1. Cuが増えています。ミッション油の流入が考えられます
油量を調べて下さい。
2. Crも増えています。ブローバイガスと，オイル補給量を
再度調べて下さい。
リングの摩耗も考えられます。

拠点（点検結果）

油量の増加に注意下さい。

定期点検サービス（月次点検）実施
時に計測します。
始業点検のときも注意お願いします。

キャタピラー三菱

4. オイル分析サービスの利点

このオイル分析サービスをメンテナンス手法の一つとして定着させ，機械の予防保全を図ることにより突発的な修理費支出を減らし，稼働率の向上に結びつけることができる。過去の実績および顧客からの評価から，このオイル分析の利点として次のような点があげられる。

① 機械の状態を正確に把握できるため次の仕事を始めるに際し，機械を現状のまま投入してよいかどうかを判断でき，適切な投入計画がたてられる。

② メンテナンスの不具合を指摘する。一般にサンプリングは規定のオイル交換時期に合せて行われるので，普段なおざりがちになりやすいフィルタ交換，オイル洩れの点検などが必然的に実施され，機械の保守，管理面の重要な点を改善できる。

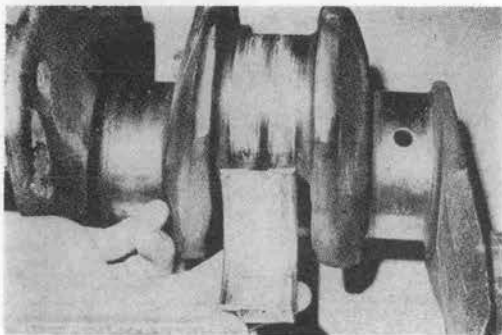
③ 放置しておけば故障につながる異常摩耗の兆候がわかるので，重大故障を未然に防ぎ，休車時間を短縮することができる。

④ 修理の計画をたてることができ，また故障が最小の時点でわかるので，修理費を最小限に押さえることができる。

5. オイル分析の効果

発足以来，現在までの分析件数は全国で 10 万件を越えたが，分析結果より，そのうち，重大事故発生兆候の指摘約 5%， またメンテナンス不良指摘が約 25% で，なんらかの改善コメントをした件数は都合分析総数の約 30% にものぼっている。また，これらの的中率は 99% を示し，ほぼ 100% に近い精度といえる。ここに分析結果から見たいくつかの具体例を示す。

〔実例―1〕

大型トラクタの足回り修理のため工場に搬入した際，エンジンオイルを採油し，オイル分析室で分析の結果，ベアリングの故障を示す鉄とアルミニウムの混入量が多いことが確認された。オイルパンを取りはずして点検したところ，2個のロッドベアリングが損傷しており，クランクシャフトにまで影響を与えはじめていた。ロッドベアリングを交換し，クランクシャフトを研削し，修理を完了した。この場合，クランクシャフトの再使用不可能までに至らず，大事故を未然に防ぐことができ，約 95 万円の修理費節減に結びついたものと推定される。

写真―5　ロッドベアリングの損傷

〔実例―2〕

中型ホイールローダのトランスミッションの接続が遅く，クラッチがすべるという報告を受け，オイル分析の結果，オイル中にエチレングリコール（不凍液）の反応があり，オイルも変色していた。また銅の混入量も多かったため，ミッションオイルクーラの修理を勧告し，トランスミッションのオーバホールにまで至らずに済んだ。

〔実例―3〕

大型リッパ付トラクタの左右のファイナルドライブに異常に鉄分が多く含まれていることがわかった。分解の結果，ハブベアリングのレースに剝離の跡があり，左右のファイナルドライブの事故に至らずに，トラブルの早期発見ができた。このまま稼働していれば 200 万円以上と予想される修理費は 90 万円で済んだ。

〔実例―4〕

写真―6　大型ダンプトラック

ある砕石業者（ブルドーザ3台，ホイールローダ8台，ダンプトラック5台，計 16 台を保有）は過去5年間オイル分析サービスを計画的に実施している。分析室からの報告書をデータとして予防メンテナンスを行い，機械運行管理に役立てている。分析の結果，異常値が検出された場合は短時間に他の機械の運行手配を検討し，同時に該当機械の必要部品の手配，あるいは修理の手配を販売拠点に促している。

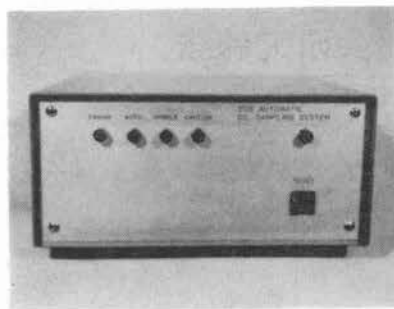
一例として大型ダンプトラックのエンジンオイルを分析したところ，オイル中に水分の混入を検出した。分解

の結果，エンジンブロック亀裂，ガスケットの損傷が発見され，この場合，修理費用は半分以下で済んだと推定される。

〔実例—5〕
大型マリンエンジン2基を搭載したタグボートが売りに出されたとき，買主はオイル分析の実施を条件としたが，売主は自社の機関士の点検は万全であり，悪いところはないとして販売時，しぶしぶ500時間の保証をつけた。買取り後，エンジンが不調であるため買主はオイル分析を依頼したところ，左舷エンジンのオイルに鉄とアルミニウムの濃度が高く，クランクシャフト，ベアリング，ピストンを早く点検するよう勧告を受け，買取り後200時間たたないうちに左舷エンジンはオーバホールが必要となり，その費用はすべて売主の負担となった。

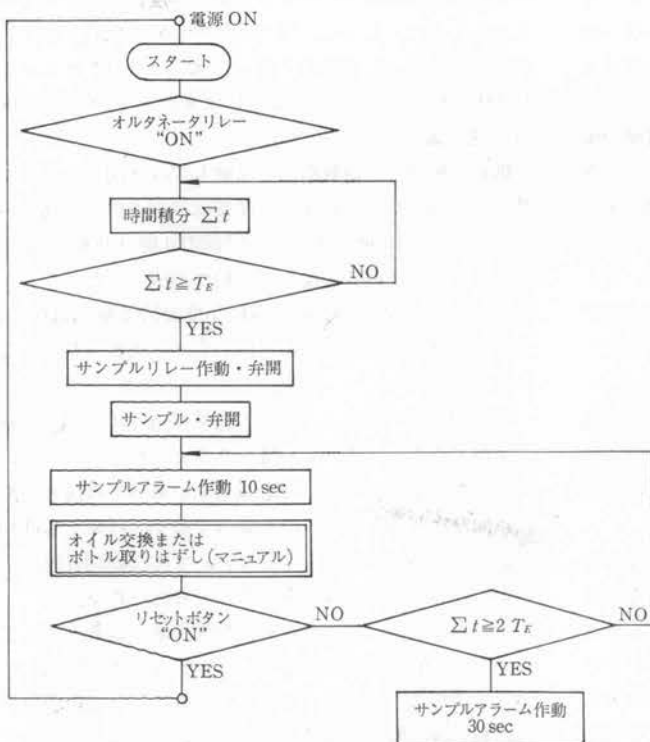
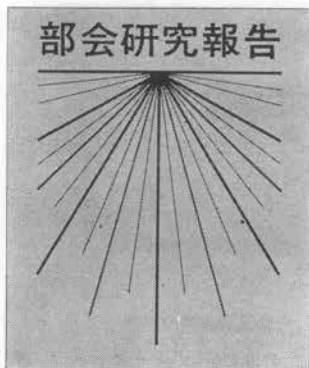
6. 今後の課題

生産性が重視される作業現場では必ずしも適切な時間間隔で採油されているとはいえず，また，採油時に記録するデータシートについても約30％は不備のあることが指摘されている。正確なオイル分析判定は正しい採油間隔とその採油方法，万全なデータシートが揃うことによりはじめて達成できるものであるといえる。

こうした問題点を解決する一方法として，現在特定の装置（エンジン）にマイクロコンピュータを組込んだ自動採油装置の研究も進められている。この装置によれば効率的かつ正確なサンプル収集が可能となる。この装置を使用した場合，採油直後にボトルを交換してもよく，また次の採油時間がくるまでのどの時間にボトルを交換してもボトルには規定時間の油が注入される。そして採油完了の警報はエンジン始動時ごとに10秒間鳴り，またボトルを交換しないまま次の時間がくると交換を行うまで警報は鳴り続け，特殊なリセットボタンを押さないと止まらない構造となっている。この装置はパワートレーンや油圧装置等にも取付は可能であるが，採油間隔が長いため装着コスト面で意味は薄い。

写真—7　自動採油装置の一部

図—2　自動採油装置作動・操作・フローチャート

7. あとがき

摩耗現象は機械摺動部には必然的に発生するもので，これを避けることはできない。特に過酷な負荷のもとで高速，高出力を要求される建設機械では摺動部分の条件はますます厳しくなってきている。こうしたことから，オイル中の含有金属濃度測定および侵入異物の確認による機械各コンポーネントの摩耗診断に加え，オイルの劣化状態の診断は故障の早期発見，適正処置の促進をはかり，機械の寿命延長に確実に結びついていくものと考えられる。オイルショック後，エネルギーの有効活用が叫ばれ，省資源，省エネルギーの観点からも機械管理（メンテナンス）のより高度化した処置方法が望まれつつある。今後とも蓄積される有効な基準値を使用し，マイクロコンピュータとの組合せなどから，より適正な判定とタイミングよい処置勧告が作成され，メンテナンスコストの節約，ひいては機械経費の低減にまで直結し，建設の機械化を図っていくうえにおいて，このオイル分析サービスシステムが大きな武器となっていくことを念願し，より一層の研究努力を重ねていきたい。

砕砂方法および海底砂採掘に関する調査研究報告概要

施工技術部会骨材生産委員会

1. はじめに

骨材生産委員会は昭和50年に当協会の骨材に関する第3番目の技術図書として「骨材の採取と生産」を刊行し，当初の目的を達成したが，骨材に関する環境・資源問題は日に日に厳しさを増し，解決を迫られる状況が高まるなかで，各方面からこれら諸問題について調査研究を続行するよう強い要請に接したので，昭和51年度からこの新しいテーマに基づいて以下のとおり二つの分科会を設けて事業を続けることとなった。

我が国の骨材供給源は採取規制が強化された河川砂利から次第に河川砂利以外の骨材源に依存する度合いを強めており，なかでも岩石からの砕石の比重が高くなっているが，砂については製砂技術開発の現状から砕砂への代替がむずかしく，需要は山砂利，陸砂利，海砂利などに依存せざるをえない状況におかれている。

しかしながら，山砂利，陸砂利の採取は自然環境の保全に与える影響が大きく，今後とも多くを望めないとみられており，また，現在の海砂利採取は水深 20～30 m の浅海におけるものがほとんどであり，海岸保全，漁業権，海底構築物への影響など多くの問題を抱えている。したがって，これらの現状からみて，現在の砂利資源では長期安定供給源としての要件を満たしえないと考えられている。

このため，今後とも漸増すると見込まれている砂の需要に対処するためには，さらに合理的な製砂方法の開発や，さらに安定度の高い供給源を求め，関連技術の開発を推し進める必要があると考えられてきた。

本委員会は，これらの点に着目し，砕砂については砕砂研究分科会を設けて新しい製砂方法に関する調査研究に取組むとともに，天然砂については水底掘採工法分科会を設けて自然環境等に対する影響が比較的少ないと考えられている大陸棚に賦存する海底砂の大規模採取工法に関して調査研究を行うこととし，その後，鋭意事業を継続してきた。

このたび，両分科会ともに一応の取りまとめを終了することができたので，これらを整理要約のうえ報告書にまとめ，昭和55年度施工技術部会講演会（昭和55年7月28日開催）において発表したが，その概要を以下に述べる。なお，本文では紙面の都合で計画の基本条件の設定根拠，技術的考察など相当部分を割愛して，その概要を紹介するにとどまったので，報告書全文を希望される方は当協会に問合せいただきたい。

2. 骨材の需給の動向（表—1参照）

骨材の需要は我が国の経済の発展に伴って順調な伸びを示してきたが，昭和48年の第1次石油ショックを契機として以降昭和51年度まで対前年度比で伸びなやみを示してきた。しかし，52年度後半から回復に転じ，53年度には48年度の7億 9,900万 t を越える8億 1,700万 t を記録し，また，54年度には約8億 5,200万 t を記録する見込みである。

供給の動向も，需要動向を反映してほぼ同じような推移をたどったが，昭和54年度では砂利の供給は過去のピークであった48年度とほぼ同様の4億3,000万 t，砕石ではこれを上回る4億 t の供給が達成できた。なお，砂利のうち，砂の供給分は54年度で約2億4,700万 t であり，砂の需要のほとんどは砂利から供給されてきている。

今後の骨材の需給は，最近の複雑な内外情勢から的確に予測することは極めて困難であるといわざるをえないが，少なく見積っても，安定成長下にあっては緩慢な漸増傾向をたどると考えるのが妥当であり，将来とも砂利と砕石が主体とならざるをえない。また，砂利資源の枯渇から砕石への代替はさらに進むと考えられる。

なお，砂については，近年細骨材需要が顕著であること，現在の供給源の主体をなしている天然砂利資源にすべてを望むことは困難とみられていることなどの理由から，製砂機，製砂システムへの投資や現在より深度の大きい海底砂採取の技術開発など，供給源の多様化への投

表―1 骨材需給の推移　（単位：百万 t）

需給	種別 ＼ 年度	42	44	46	48	49	50	51	52	53	54	55
需要	コンクリート用	297	349	417	539	475	446	454	504	563	595	
	道路・道床・その他用	126	167	216	260	250	223	208	231	254	257	
	合計	423	516	633	799	725	669	662	735	817	852	860
供給	砂利　河川砂利	187	159	133	110	107	107	105	115	115	116	
	砂利　山砂利	28	56	84	140	118	106	96	94	102	104	
	砂利　陸砂利	43	54	86	113	84	80	83	94	113	118	
	砂利　海砂利	29	62	71	70	57	60	60	82	90	92	
	砂利　(小計)	287	331	374	433	366	353	344	385	420	430	
	砕石	125	168	237	341	336	297	298	328	374	400	
	人工軽量骨材	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	
	天然軽量骨材	3	4	5	7	6	5	5	5	5	5	
	鉱滓その他	9	11	15	15	15	12	13	15	16	15	
	輸入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	合計	423	516	633	799	725	669	662	735	817	852	

（注）1．通商産業省生活産業局窯業建材課推計資料より
2．54 年度は日本砂利協会，日本砕石協会の実績見込みに基づく推定，また 55 年度は同協会の資料に基づく推定
3．砂利には砂利，砂，玉石，玉砕を含む。
4．人工軽量骨材，天然軽量骨材は天然骨材に換算してある。

資が積極的に図られて行くものとみられている。

3．砕砂と海砂の生産の現況と予測

（1） 砕　　砂

我が国の砕砂の生産量は砂の全供給量の数％を占めるにすぎない微々たる現況にあるが，今後次第にその比率は増加する方向にあることはすでに述べた。

このような背景のもとに，昭和 55 年にコンクリート用砕砂の日本工業規格が JIS A 5004 として規定され，砕砂がコンクリート用細骨材として広く用いられる位置づけがなされた。

砕砂が天然の砂と異なる点は，粒形が角ばっていることと多量の石粉が混入しやすいことである。粒形については，近年粒形の補正に効果の大きい砕砂方式が種々研究されてきており，今回砕砂研究分科会において調査研究を行った幾つかの破砕方式などはその具体例を示すものである。また石粉については，湿式ではもちろんのこと，乾式でも精度の高い選別が行える分級機が開発されてきたので，石粉の混入量を適宜に規制することが可能となってきた。したがって，砕砂の生産は製砂における経済性が有利に確保できる条件がまず整えば急速に伸長できるポテンシャルをすでに有していると考えられる。

（2） 海　　砂

我が国における海砂利の採取はすべての地域において行われているが，中国，四国，九州地区では圧倒的に多く，これらの地域で全国生産量の約 95％ を占めている。また海からの全生産量のうち約 98％ は砂である。

海底砂は河川砂と異なり単粒度の場合が多く，貝殻，その他不純物の混入があり，塩化物の含有量も多い。このため大陸棚における海底砂を今後骨材として本格的に活用して行くためには，利用可能な砂の分布状況，賦存量などを全国的規模で把握する必要があり，また採掘，除塩技術や自然環境，社会環境に与える影響などについても，相当な調査研究を行う必要があると考えられている。

なお，大陸棚における海底砂等の分布状況や賦存量については国が調査中で，良質な砂の賦存が現実に確かめられつつあり，また，その採掘技術や設備などについては，水底掘採工法分科会において調査研究を行った方式が有効な一例を示すものである。

4．取りまとめの方法と成果

（1） 砕砂研究分科会〔分科会長：岡山恭二（電源開発土木部）〕

現在使用されている製砂方式は幾つかあるが，ロッドミルを主体とした湿式のものがほとんどである。これは安定した粒度管理が行える，産物の粒形が比較的良好である，不純物等をよく排除できるなど，他方式に勝る利点を有するからであるが，反面，設備に対する投資額が大きい，水を多量に使用する，運転経費が経済的に見合いにくい，排水の対策が大がかりなものとなるなどの諸問題も抱えており，一般に砕砂生産が大きく伸びない要因の一つと考えられてきた。

そこで，これらの問題諸点を有しない製砂設備の開発が強く期待されてきたが，その指向の一例を示せば，それは製砂設備として 1 プロジェクトが 500 t/hr 級の大容量のものとし，環境対策を十分に取り入れ，全体を乾式とし，できれば破砕プロセスも極力簡略化した，大型化による経済的効果も期待できるシステムということに

表-2 製砂方式比較表

計画条件＼方式	ロッドミル方式	自生ミル方式	衝撃クラッシャ方式	コーンクラッシャ方式
供給粒径	30~0 mm	300~0 mm	300~0 mm	30~0 mm
設備系列	2系列	1系列	2系列	2系列
乾湿の別	乾式	乾式	乾式	乾式
製品FM値	2.7±0.1	2.7±0.1	3.3±0.1	3.2±0.1
フロー				
総重量	1,445t	1,245t	1,045t	1,745t
設備費	1,252,030千円	1,411,400千円	1,020,400千円	1,420,800千円
運転経費	318.86円/t	312.83円/t	347.40円/t	309.94円/t

機器リスト

ロッドミル方式

フローNo.	機器名	仕様	台数
①	原料ビン	7,500 mmφ×8,500 mm$H$	1
②	振動フィーダ	950 W×1,500 L	2
③	振動フィーダ	700 W×1,800 L	4
④	ロッドミル	3,900φ×6,000 L	2
⑤	エアセパレータ	5,500φ×11,500 H	1
⑥	製品ビン	10,500φ×9,700 H	4
⑦	ダストビン	4,000φ×9,000 H	1
⑧	バグフィルタ	1,300 m³/min	1
⑨	ブロワ	1,300 m³/min, 400 mmAq	1
	ベルトコンベヤ		1式
	架台・シュート		1式

自生ミル方式

フローNo.	機器名	仕様	台数
①	原料ビン	7,500 mmφ×8,500 mm$H$	1
②	エプロンフィーダ	900 W×2,500 L	2
③	エロフォールミル	AP-31	1
④	スクリーン	2,400 W×6,600 L	2
⑤	エアセパレータ		1
⑥	製品ビン	10,500φ×9,700 H	4
⑦	ダストビン	4,000φ×9,000 H	1
⑧	バグフィルタ	1,000 m³/min	1
⑨	ブロワ	1,000 m³/min, 350 mmAq	1
	ベルトコンベヤ		1式
	架台・シュート		1式

衝撃クラッシャ方式

フローNo.	機器名	仕様	台数
①	原料ビン	12,000 mmφ×8,000 mm$H$	1
②	振動フィーダ	1,500 W×2,000 L	2
③	衝撃クラッシャ	500 t/hr×2(1,500 kW)	2
④	スクリーン	3,050×7,200-2 D	2
⑤	エアセパレータ	5,500φ×9,700 H	1
⑥	製品ビン	10,500φ×9,700 H	4
⑦	ダストビン	4,000φ×9,000 H	1
⑧	バグフィルタ	2,000 m³/min	1
⑨	ブロワ	2,000 m³/min, 400 mmAq	1
	ベルトコンベヤ		1式
	架台・シュート		1式

コーンクラッシャ方式

フローNo.	機器名	仕様	台数
①	原料ビン	12,000 mmφ×8,000 mm$H$	1
②	振動フィーダ	1,500 W×1,800 L	2
③	コーンクラッシャ	マントル径 2,500φ	2
④	スクリーン	3,600 W×7,400 L	4
⑤	サージビン	4,000φ×8,000 H	1
⑥	エアセパレータ	5,500φ	1
⑦	製品ビン	10,500φ×9,700 H	4
⑧	ダストビン	4,000φ×9,000 H	1
⑨	バグフィルタ	1,800 m³/min	1
⑩	ブロワ	1,800 m³/min, 400 mmAq	1
	ベルトコンベヤ		1式
	架台・シュート		1式

なる。

砕砂研究分科会はこのようなシステムの実現性について調査研究を継続してきたが，これを要約すると以下のとおりである。

（a）　計画条件および方式選定と対比

調査研究を行うために一つの計画を仮定し，これについて幾つか考えられる方式を比較検討する方法をとった。この計画について大型製砂設備が満たすべき基本条件を次のとおりとした。

① 破砕・選別方式……………………………乾式

② 生 産 量………………500 t/hr, 120万 t/年

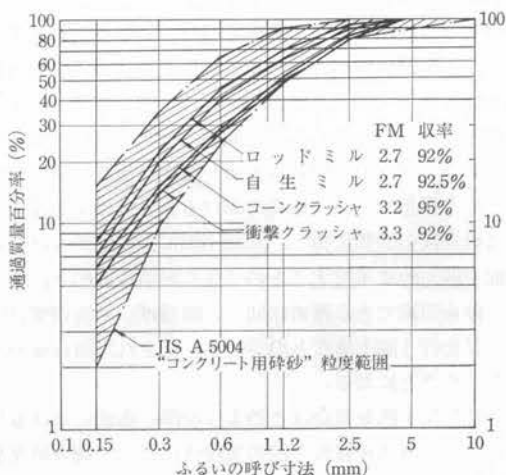
③ 破砕機の台数……………1台もしくは2台

この計画の基本条件とされた生産量は現行技術で実施されている規模をはるかに上回るものであり，現行技術で直ちに容易に実現できるものではない。しかしながら，新技術も現行技術の延長線上に構想されるべきものであって，未知の新技術が突如条件を満たしうる可能性はまず想定できない。このような発想のもとに破砕，粉砕の分野で現実に使用されている技術を列挙し，これらについてスケールアップの可能性，破砕性能，保守管理，経済性および環境問題の各項目について個々に検討を行った結果，最終的に絞られた4方式について500 t/hr の乾式製砂プラントを設計し，その計画条件，フロー，設備費，運転経費等を **表―2** にまとめた。

この表でみるとおり，各プラントは方式によって原料寸法が 300 mm の場合と 30 mm の場合とがある。また，−5 mm の砕砂以外に +5 mm が併産されるものもある。したがって，砕砂 500 t/hr を得るためにこのプラントの前段で必要とされる原石を受入れる原料供給プラントは方式によってその供給量や供給寸法が異なってくる。また，衝撃クラッシャおよびコーンクラッシャ方式では −5 mm に加えて +5 mm が併産されるため，+5 mm を加えた全体規模は 1,000 t/hr 級のものとなり，しかも −5 mm の FM は 3.2〜3.3 にとどまる。もし全量を −5 mm とし，FM を 2.7 とするためにはロッドミルなどの粉砕機を補助として付加することが必要である。

表―2 には各乾式製砂プラントの設備費，運転経費を計上しているが，原石および原料供給プラントの関連費，副産物として併産される +5 mm（粗骨材）の回収経費，不要物として発生するダストの処理費などは含めていないので，この結果をもって直ちに優劣を判断することは適当でないが，いずれの方式についても将来に期待のもてる範囲のものと考えることができよう。なお，騒音，振動，粉塵の発生などの環境対策は現在の関連技術水準で十分必要な措置が可能であると考えられた。

（b）　総 合 所 見

製品の品質について予想された収率と粒度分布を JIS A 5004 の規格と対比して **図―1** に示す。

図―1　製品砂粒度分布，粗粒率（FM）および収率

細骨材需要は今後とも顕著であると考えられるところから，近年砂の供給に関連する幾多の新しい試みが展開されている。そして砂の供給はその供給源，採取生産方法などにおいて今後さらに多様化の道をたどるものと考えられるが，これらのなかにおいて機械的破砕により岩石から生産される砕砂は多くの利点を有するため天然砂利の採取に多くを望めない将来の砂供給において量，質ともに中心的役割を果たすことのできる素質を有していると考えられるので，本調査研究において行った模索は今後の製砂技術の一つの方向を示すものとして重要である。

なお，製砂技術の開発については各方面で多様な検討がなされてきているが，特にメーカ各社はこれを真剣に行っており，注目に値するものがある。

（2）　水底掘採工法分科会〔分科会長：佐々木輝夫（建設省大臣官房建設機械課）〕

我が国で行われている海砂利採取は，特に陸産砂利の不足が深刻な中国，四国，九州などの地域で浅海を対象とするものがほとんどである。また砂利採取船も採取と運搬を兼ねる小規模なものが多く，採取水深にも制約がある。このため採取位置が陸地に近いところから多くの問題を抱え，この種の海砂利採取は今後ますます困難となりつつある。

一方，我が国を取りまく大陸棚には砂利が豊富に賦存しているといわれ，今後有力な砂利供給源としてこれらに依存せざるをえなくなるものとみられているが，そこにおける砂利，砂の分布，賦存の状況，採取後に予想される問題解明などに関する知見は皆無といっても過言でない状態にあった。

そこで，通商産業省では昭和 50 年度からこれを対象

とした海底砂利賦存状況調査を実施することとし，以降年度ごとに地点を決めて調査を行っている。これに関連して，より深い海域における砂利採取工法の技術的可能性と経済性等に関する検討の必要性が強く要望されるところとなっていたが，その指向の一例を示せば，それは1プロジェクトで年間数百万 m³ 規模の海底砂供給を行うという構想で，海上作業における高い稼働率を確保するため風波の影響に強く，水深 50 m の海域における砂採取を機能的に果たすことのできる新型採取船と，効率よく砂を運搬できる運搬船団と，陸揚げ，品質調整，除塩などを行う陸上施設とのシステム化された組合せの開発ということになる。

水底掘採工法分科会はこのような深い海域における規模の大きい海底砂採取工法の実現性について調査研究を継続してきたが，これを要約すると以下のとおりである。

（a） 計画条件および方式選定と試算

調査研究を行うために一つの計画を仮定し，これについて検討を行う方法をとった。この計画について基本となる条件を次のとおり設けた。

① 供給量……………………………200 万 m³/年
② 採取水深…………………………………………50 m
③ 波　高……………………………作業時最大 3 m
④ 年間稼働日数………………………………240 日
⑤ 海上搬送距離………………………100 km（片道）
⑥ 製品砂の塩化物含有量…………0.1% 以下

まず，本計画において新技術を必要とする点を摘出したところ，次のとおりであった。

① 最大波高 3 m の海象条件において連続稼働が可能な採取船であること。

② 同じ条件下で採取船から運搬船に砂積込みを確実に行う必要があること。

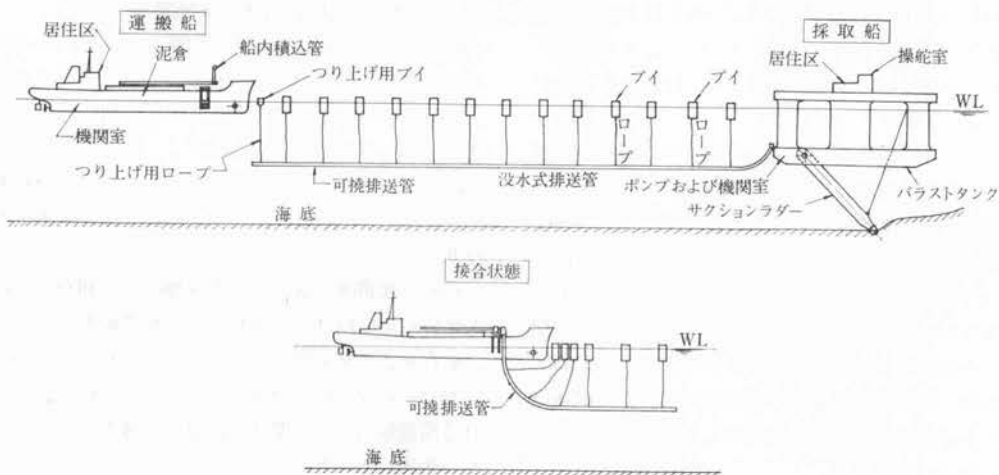
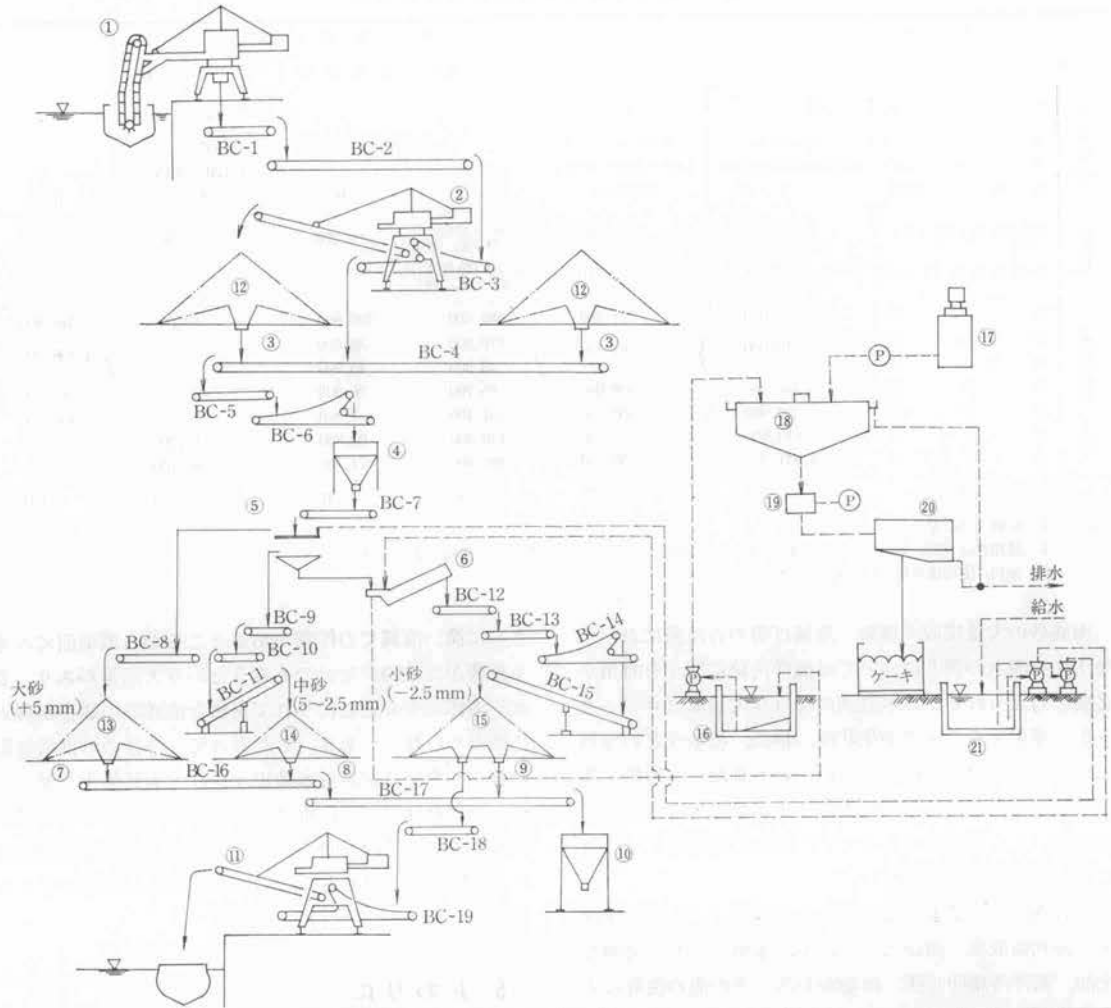
③ 通常のポンプ浚渫船で達成できない水深 50 m で連続稼働可能な採取船であること。

以上三つの条件を満たしうる採取船，運搬船の選定について種々検討を行った結果，非自航式半没水型のポンプ浚渫船と運搬船との組合せ方式を採用することとした。採取船は1隻とし，採取能力 640 m³/hr，船体長 65 m，幅 30 m，作業時きっ水 22 m，曳航時きっ水 4.3 m のものを計画した。運搬船は長さ 94 m，積載重量 7,200 t，泥倉容積 3,500 m³ のもの4隻とした。

最近の海底砂利採取船は国内では総トン数 499 t 以下の小型自航式ポンプ船と小型自航式グラブ船が多く使われている。海外ではヨーロッパで大型自航式ポンプ船が多く使われており，最近は積載量 4,000 t クラスの大型船も稼働している。最近の浚渫船は大型化，大水深化の傾向にあるが，本計画におけるような海象条件の厳しい海域で稼働でき，深度 50 m を対象とする作業船はまだ開発途上にある。半没水型船は石油掘削リグとして建造されているが，これを採取船にも適用したもので，本計画船の作業時船体動揺は従来船に比べ数分の1の大きさに減少できると推定された。

波高 3 m における運搬船の動揺は最大縦揺れがおおむね 3° 以下，最大横揺れがおおむね 19° 以下と推定された。したがって，砂積込中は船体の縦方向から波を受けるよう操船する必要がある。また，波浪のなかで運搬船を採取船に接舷することは困難であるので，採取船から離れた位置に排送管を介して砂積込みを行う方式とし，運搬船には波浪のなかでも排送管を連結できる特殊装置を設けた。

以上の構想の概略をまとめて図―2に示す。また，陸上処理施設として陸揚設備，選別除塩設備，貯蔵出荷設備を図―3に示すとおり計画した。

採取船，運搬船，陸上施設が効果的に稼働できるサイ

図―2 採取船，運搬船および砂積込方式構想図

番号	機械名	規格	数量	備考
①	アンローダ	バケットエレベータ型 800 m^3/hr	1	
②	走行スタッカ	ブーム長 30 m 1,500 t/hr	1	
③	原料パイル取出ゲート	750 t/hr	24	
④	調整ビン	約300 m^3×6	1	鋼製
⑤	スクリーン	ローヘッド型2床式 5 mm, 2.5 mm	6	
⑥	スクリュークラッシファイヤ	270 t/hr	6	
⑦	パイル取出ゲート	2,500 t/hr（大砂）	2	
⑧	パイル取出ゲート	2,500 t/hr（中砂）	2	
⑨	パイル取出ゲート	2,500 t/hr（小砂）	16	
⑩	製品ビン	約100 m^3×3	1	トラック積用
⑪	走行ローダ	ブーム長 15 m 2,000 t/hr	1	船積用
⑫	原料パイル	18,000 m^3	2	
⑬	製品パイル	2,700 m^3（大砂）	1	
⑭	製品パイル	1,800 m^3（中砂）	1	
⑮	製品パイル	10,000 m^3（小砂）	1	
⑯	原濁水槽	600 m^3 10 m×10 m×6 m	1	コンクリート製
⑰	薬品溶解槽	50 m^3 連続式	1	
⑱	シックナ	35 mϕ×2.5 mH	1	
⑲	濃縮スラリー槽	280 m^3×5	1	
⑳	フィルタプレス	2 m^2×120室	14	
㉑	供給水槽	600 m^3 10 m×10 m×6 m	1	コンクリート製

図—3　陸上処理施設フロー図

クルを策定し，各経費について試算を行った結果が表—3である。なおこの試算には原砂関連費，漁業補償費，環境対策費，水洗除塩のための用水費，付帯作業船，施設用地などの関連費は含まれていない。

（b）　総合所見

本計画では採取地点，運搬経路，陸揚拠点の設置場所などを特定しなかったので，地域における諸条件をも包含した詳細な検討はなされていない。今後さらに計画の具体化を図るためには，まず海洋調査結果によって量，質ともに適当な海底砂の採取地点を具体的に決定しなければならないが，当該海域における漁業を中心とした権益に対する補償対策の見通しが大きな前提となる。

表―3 海底砂採取生産経費の試算結果

事項 ＼ 区分		採取費	運搬費	陸上処理施設費			合計
				陸揚げ・除塩	濁水処理	桟橋	
設備概要	形式	非自航・半没水型ポンプ式	自航式	—	—	横桟橋式	—
	能力	640 m³/hr	3,500 m³×4 隻	1,500 t/hr		3,500 m³ 級	—
	寸法 (m)	$L65 \times B30 \times H28$	$L94 \times B19 \times H9.1$	—	—	$L120 \times B15.2$	—
	設備費 (億円)	42	92(23×4)		16.7	4.6	184.2
作業量	年間稼働日数 (日)	240	240	240 (陸揚げ) 270 (処理)	270	240	—
	年間処理量 (千m³)	2,340	2,110	2,110 (陸揚げ) 2,000 (処理)	—	—	—
年間運転費 (千円)	償却費	540,000	591,400	384,400	220,600	50,000	1,786,400
	修理費	510,000	657,100	176,300	88,600	—	1,496,800
	消耗品費			23,900	40,900	—	
	動力費	128,200	308,900	95,700	36,900	—	569,700
	労務費	250,000	500,000	51,100	7,200	—	808,300
	諸経費	113,500	242,700	149,400	80,500	15,700	601,800
	合計	1,541,700	2,300,100	880,800	474,700	65,700	5,263,000
製品m³当り単価 (円)		771	1,150	440	237	33	2,631

(注) 1. 経費は 54 年度ベースで算定した。
2. 償却費は 10% 残存とし，運搬船が 14 年，採取船，陸上処理施設等が 7 年償却で算定した。
3. 金利，固定資産税，保険料等は含まない。

海底砂の大量採取，運搬，陸揚げ等の各段階において発生する海水の濁りについては海洋汚染に関する対策が必要と考えられるが，本計画のような大規模プロジェクトから発生する濁水の発生状況，移動，拡散などの挙動については十分に解明されていない。また，大陸棚水深における採掘前後の海底形状の変化が海岸線に与える影響についても未解明であるので，将来の課題としてここに問題を提起しておきたい。

本計画におけるような海底砂採掘事業は，水資源保護法，砂利採取法，海岸法，港湾法，港則法，海上交通安全法，海洋汚染防止法，船舶安全法，その他の法令によって規制を受けるが，それらの運用については必ずしも一元的に対応できるものとなっていないのが現状であり，本計画の実現に際しては漁業補償をはじめとする複雑な権益やこれら法規制など事業主体のみでは解決できない多くの問題が介在し，その推進は容易でないと考えられるが，大陸棚に賦存する海底砂採掘事業の構想は従来から行われてきた海域より海岸からさらに遠く，またさらに深い海域での作業であるところから環境面に与える影響が比較的少ないであろうという大前提があり，また，海洋調査が進むにつれて良質な海底砂の賦存が現実に確かめられつつある。したがって，今後の砂供給資源の新しい開発に繋がる本構想はぜひとも具体化を進めて行かなければならない重要なプロジェクトであると考えられるので，その方向への行政上の強力な指導が期待されると同時に，関係方面における積極的な研鑚が望まれる。

5. おわりに

本調査研究の推進と取りまとめにご援助，ご協力をいただいた建設省，通商産業省，運輸省，農林水産省，科学技術庁，水資源開発公団，日本道路公団，電源開発会社，日本砂利協会，日本砕石協会，建設業各社，メーカ各社，および研究所その他多数の各位に深く感謝の意を表します。

（委員長：塚原重美）

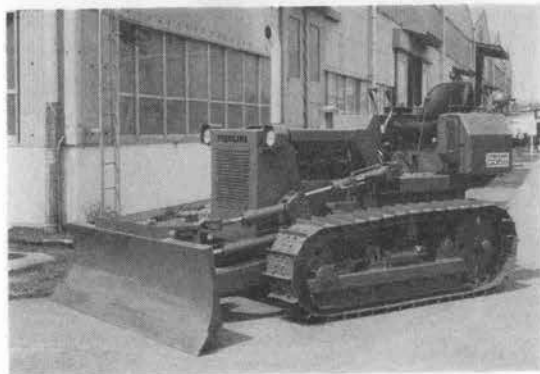
新機種ニュース　調査部会

▶ブルドーザおよびスクレーパ

80-01-02	古河鉱業 ブルドーザ　CD 5 B	'80.4 モデルチェンジ

低速性能の良い，ねばり強いエンジンを搭載し，排気濃度や騒音，振動も大幅に低減する等，公害防止対策を考慮した機種である。パワーアングルチルトを標準装備するほか，強化型シールドリンクの採用により足回りの耐久性の向上を図っている。また，ドーザ専用のコントロールバルブを採用しているのでブレードの微操作がしやすく，操作性にすぐれている。別に湿地型，超湿地型もある。

表—1　CD 5 B の主な仕様

運転整備重量	4,000 kg	全　長	3,470 mm
定格出力	38 PS/2,400 rpm	全　幅 (ブレード アングル)	2,095 mm
最大けん引力	4,860 kg		
走行速度 前進	7.7 km/hr (3段)	ブレード寸法	2,270×600 mm
走行速度 後進	6.1 km/hr (2段)	接地圧	0.38 kg/cm²

写真—1　古河 CD 5 B ブルドーザ

▶掘削機械

80-02-24	久保田鉄工 ミニバックホウ KH-8 H-2，KH-15	'80.8 モデルチェンジ

作業性，操作性，居住性などの向上とともにデザインの一新をはかった KH-8 および KH-14 のモデルチェンジ機である。KH-8 H-2 は低騒音低振動設計のほか，フルオープンボンネットのため点検整備も容易なコンパクト高能力機である。KH-15 は作業範囲も一段とワイドにし，掘削力も強く，前後進2段で機動性に富み，スピード走行と湿地脱出などのパワー走行とが選択できる。

写真—2　クボタ KH-15 ミニバックホウ

表—2　KH-8 H-2 ほかの主な仕様

	KH-8 H-2	KH-15
標準バケット容量	0.08 m³	0.15 m³
機械重量	2,000 kg	3,200 kg
エンジン出力	16 PS/2,800 rpm	26 PS/2,600 rpm
最大掘削半径	4,120 mm	4,800 mm
最大掘削深さ	2,175 mm	3,050 mm
輸送時全長	4,055 mm	4,880 mm
輸送時全幅	1,300 mm	1,450 mm
走行速度	1.8 km/hr	2.6/1.4 km/hr
最大掘削力	1.45 t	2.1 t
接地圧	0.28 kg/cm²	0.32 kg/cm²

別にホロ型運転席の KH-15 H もある。

80-02-25	中道機械産業 （ナカミチ重工製） トラックバックホウ DB-400 C，DB-360 SS	'80.5,8 モデルチェンジ 新機種

トラック式のため走行機能にすぐれ，狭い現場でも小回りが効き，普通免許で運転できる機械である。DB-400 C は操作性，燃料経済性がよく，また前方のアウトリガは斜め門形，後方はハ形2段式で，それぞれ単独操

写真—3　ナカミチ DB-400 C トラックバックホウ

新機種ニュース

表—3 DB-400 C ほかの主な仕様

	DB-400 C	DB-360 SS
バケット容量	0.16 m^3	0.18 m^3
全装備重量	5,725 kg	6,285 kg
最大出力	95 PS/3,500 rpm	110 PS/3,200 rpm
最大掘削半径	6,150 mm	5,830 mm
最大掘削深さ	4,000 mm	3,610 mm
架装シャシ	いすゞ K-TLD-45	いすゞ KS 12
全長×全幅	5,010×1,880 mm	5,040×1,940 mm

作できるため現場状況に合せて使用できる。DB-360 SSは超静音型で，負荷時騒音レベル 69 dB(A)/7.5 m と市街地や夜間の作業に適したものとしている。また特別に防音型 35 PS パワーユニットを搭載し，油圧駆動工具取出し口を設けており，ブレーカ等の使用がしやすい。

80-02-26	中道機械産業（ナカミチ重工製） トラックバックホウ HB-4000	'80.7 新機種

トラックバックホウの用途拡大をねらって開発されたバックホウ・ブレーカ兼用機である。油圧ポンプの吐出圧を上げてパワーアップを図るとともに大型オイルクーラを装備しており，作業効率が高い。また独自のアウトリガ，余裕のあるシャシを採用しており，作業時の安定性にすぐれている。

写真—4 ナカミチ HB-4000 タイガーブレーカ

表—4 HB-4000 の主な仕様

バケット装置時		ブレーカ装着時	
バケット容量	0.19 m^3	全装備重量	6,665 kg
全装備重量	6,395 kg	打撃回数	700 bpm
最大出力	110 PS/3,200 rpm	打撃エネルギ	90 kg·m
最大掘削半径	6,050 mm	油圧	175 kg/cm^2
最大掘削深さ	4,000 mm	必要流量	55 l/min
架装シャシ	いすゞ KS 12	全長×全幅	5,290×2,050 mm

80-02-27	油谷重工 油圧ショベル YS 750-2, YS 1000-2	'80.9 モデルチェンジ 新機種

直噴式エンジンの採用によりパワーアップと燃費低減を図った省エネ機種である。全馬力制御の油圧システムを採用しており，パワーの活用と速い作業速度でサイクルタイムが短縮されている。車体バランスは安定しており，作業範囲も広い。ひと回り大きなキャブを使用するとともに，フルオープン式の前窓，スライド式の左右窓により通風性がよく，居住性の向上を図っている。

写真—5 油谷 YS 1000-2 油圧ショベル

表—5 YS 750-2 ほかの主な仕様

	YS 750-2	YS 1000-2
バケット容量	標準 0.7 m^3(0.5〜0.9 m^3)	標準 1.0 m^3(0.8〜1.2 m^3)
全装備重量	18,700 kg	26,500 kg
定格出力	105 PS/1,900 rpm	155 PS/1,650 rpm
最大掘削深さ	6,550 mm	7,190 mm
最大掘削半径	9,750 mm	10,670 mm
走行速度	3.2 km/hr	3.0 km/hr
登坂能力	70%	70%
最大掘削力	10.5 t	14.5 t

▶積込機械

80-03-04	古河鉱業 履帯式トラクタショベル CT 5 B	'80.4 モデルチェンジ

ねばり強いエンジンの搭載で低速性能を向上させ，作業範囲の拡大とともに作業能率の向上を図っている。力強い作業をするダイレクト車，操作の楽な油圧クラッチ車のいずれかをユーザの好みで選択でき，安全な通抜け運転席の採用，振動・騒音の低減，強化型シールドリン

クの採用等各種の配慮がなされており，湿地型もある。

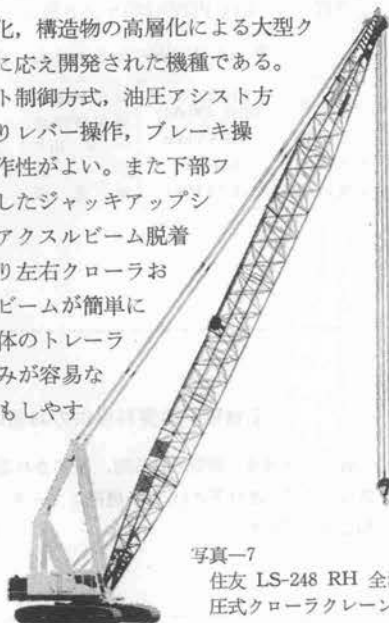
表—6　CT 5 B の主な仕様

バケット容量	0.5 m³	ダンピングクリアランス		2,040 mm
運転整備重量	4,200 kg	ダンピングリーチ		805 mm
定格出力	38 PS/2,400 rpm	走行速度	油圧式	8.1 km/hr
全長	3,665 mm		ダイレクト式	7.7 km/hr
全幅	1,540 mm	接地圧		0.41 kg/cm²

写真—6　古河 CT 5 B トラクタショベル

▶クレーンほか

80-05-13	住友重機械建機販売 （住友重機械工業製） 全油圧式クローラクレーン LS-248 RH	'80.9 新機種

工事の大型化，構造物の高層化による大型クレーンニーズに応え開発された機種である。油圧パイロット制御方式，油圧アシスト方式の採用によりレバー操作，ブレーキ操作が軽く，操作性がよい。また下部フレームに装備したジャッキアップシリンダおよびアクスルビーム脱着シリンダにより左右クローラおよびアクスルビームが簡単に脱着でき，本体のトレーラへの自力積込みが容易なため分解輸送もしやすい。

写真—7　住友 LS-248 RH 全油圧式クローラクレーン

表—7　LS-248 RH の主な仕様

つり上げ能力	150 t×5 m	最大作業半径	60 m
全装備重量	142 t	最大フック高さ	98 m
定格出力	250 PS/2,000 rpm	旋回速度	1.9/1.0 rpm
ブーム長さ 基本〜最長	18.3〜82.3 m	走行速度	1.0/0.4 km/hr
ジブ付最長	70.1+30.5 m	登坂能力	30%

▶せん孔機械およびトンネル掘進機

80-07-05	油谷重工 油圧ブレーカ YB 2500	'80.7 新機種

0.4〜0.5 m³ クラスの油圧ショベルに装着可能な高打撃力，多打撃回数の窒素ガス油圧作動式ブレーカである。作業部分はブッシュ状のバルブとピストンの簡単な構造であるが，大容量のダイヤフラム式アキュムレータを採用しているためガスもれがなく，圧力振幅が小さいのでホースの振れも小さい。またチゼルの抵抗がなくなると打撃が自動的に停止し，ブレーカ本体の損傷を防止する等，耐久性についても配慮されている。

写真—8　→
油谷 YB 2500
油圧ブレーカ

表—8　YB 2500 の主な仕様

総重量	1,000 kg	打撃エネルギ	200 kg·m
本体重量	633 kg	油圧	100〜110 kg/cm²
全高	2,155 mm	油量	100〜200 l/min

▶作業船および海洋水中作業機械

80-14-03	神戸製鋼所 クレーン・グラブ兼用作業船 F&G-1000	'80.3 新機種

多様化する港湾工事，海洋工事に対応するため開発された大型多目的作業船で，アタッチメントの交換によってクレーン，グラブ，クラムシェル作業に使用できる。大きなドラム容量とラインプルをもち，余裕のある大水深クレーン作業に適用できるとともに，モジュレートクラッチの採用により巻上・巻下速度が自由にコントロールできる。

新機種ニュース

写真—9 神戸 F&G-1000 クレーン・グラブ兼用作業船（自航式）

表—9 F&G-1000 の主な仕様

つり上げ能力	(主巻) 110 t×9 m	巻上ロープ速度	50 m/min
〃	(補巻) 16 t×26 m	巻下ロープ速度	70 m/min
グラブ容量	6.0～8.0 m³	旋回速度	2.0 rpm
定格出力	750 PS/1,900 rpm	標準台船寸法	36.0×18.2×3.5 m

▶空気圧縮機・送風機およびポンプ

80-15-01	北越工業 可搬式空気圧縮機 PDS 125 S	'80.7 新機種

内部漏洩のない歯形の開発により 21% の燃費低減を果たした省エネ型のスクリュー回転型ポータブルコンプレッサである。小型軽量で移動が容易なうえ，摩耗が少なくて耐久性があり，防音設計により 67 dB(A)/7 m と騒音レベルも低い。操作パネル等は機体後面に集中レイアウトされ，IC エレクトロニクス技術導入によりボタンを押すだけの自動運転ができる。エンジン油圧，水温など異常時の非常停止など安全も留意されている。

写真—10 北越 PDS 125 S スクリューコンプレッサ

表—10 PDS 125 S の主な仕様

吐出空気量	3.5 m³/min	吐出圧力	7 kg/cm²
乾燥重量	780 kg	寸法	2.59×1×1.33 m
定格出力	34 PS/3,000 rpm	空気タイヤ	5.00-10-6 PR

▶原動機ほか

80-16-05	北越工業 エンジン溶接機 PDW-250 S	'80.6 新機種

ヒートバランスよく防音対策を施した発電機兼用型の新型ポータブル溶接機である。小型軽量で扱いやすく，発電機回路構成が簡単なため動力ロスが少なく低燃費で，保守点検も容易な構造となっている。溶接機は安定したアーク特性でスポット作業はもちろん，6 mm 棒でも能率がよい。感電防止対策など安全面の配慮もなされている。

写真—11 北越 PDW-250 S 防音型エンジン溶接機

表—11 PDW-250 S の主な仕様

溶接電流	50～250 A (定格 230 A)	同定格電圧	200/100 V
		同定格電流	14.4/20 A
適用溶接棒	2.6～5 mm	エンジン出力	13 PS/3,000 rpm
溶接機出力	6.9 kW	寸法	1,330×930×680 mm
発電機出力	5/2 kVA	総重量	378 kg

「新機種」の資料提供のお願い

各社で新機種を発表される際，配布される資料を本協会にも1部ご送付下さい。「新機種ニュース」掲載への資料といたします。

—調査部会—

文献調査　広報部会文献調査委員会

アスファルト舗装の再生に有効な添加剤

"Rejuvenator Allows Total Recycling"

Highway & Heavy Construction
May 1980

アスファルト舗装再生に有効な添加剤が開発され，昨年米国メイン州リンカーンのI-95 道路再生工事（工費160 万ドル）で使用された。

施工会社および開発会社の技術者は，この再生用添加剤の使用により，古いアスファルトが新しい材料をブレンドせずに完全に再生可能で，費用の節約になったと述べている。

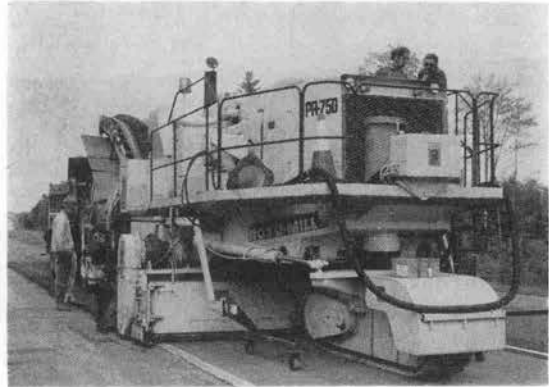
それはこのたび実施した再生舗装工事，すなわち幅員24 ft（約 7.3 m），厚さ 9 in（約 23 cm），再生工区長16 mile（約 26 km）においては 45 万 gal（約 1,700 m³）のアスファルトの節減になった。

またこの工事では1回の走行で幅 12.5 ft（約3.8 m），厚さ 2.5 in（約 6.4 cm）が切削，破砕できる **写真—1** のような機械を使い，工事区間の端から 3 mile（約 4.8 km）地点に **写真—2** に示すようなプラントを設置し，2車線を片側通行の状態で施工した。

切削・破砕機では 3 in ふるいを 99% 通過する程度に破砕する。わずかに残ったオーバサイズのものはプラントに入る以前にクラッシングした。

再生アスファルトは 250°F（121°C）に加熱され，添加剤と混合し，貯蔵ビンに入れ，そこからトラックに積み，現場まで運搬した。

この工事では 38,000 t の再生アスファルトに対して45,600 gal（約 173 m³）の添加剤が使われた。これはアスファルト 1 t に対し添加剤 1.2 gal（約 4.5 l）の配合となる。

メイン州道路省の技術者は新品アスファルトが 300°F で加熱されているのに対し，今回のように添加剤を加える方法によれば 250°F で済むことは，エネルギーコストの面で有利であると評価するとともに，たわみ性に富んだ表層はリフレクションクラックを防ぐであろうと示唆した。

写真—1　古いアスファルトを回収するために幅 12.5 ft，厚さ 1.5 in で舗装を切削している

写真—2　再生用添加剤は左側のタンクから中央に見える回転ドラムに供給され，250°F に加熱されている古いアスファルトと混合される

（委員：渡辺匡通）

*

文献調査

電気駆動――油圧掘削機の新しい代替機

"Elektroantriebe—eine moderne Alternative im Hydraulikbaggerbau"

Werner Kovacic

Baumaschine und Bautechnik
Juni, Juli 1980 (Fortsetzung)

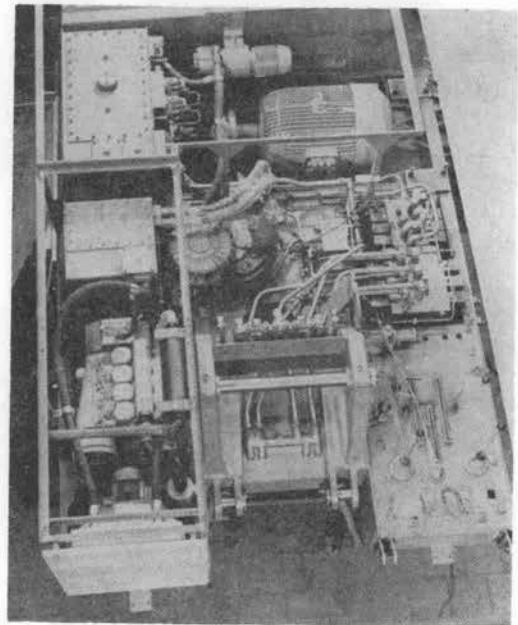
O&Kは，運転経費の低減などを目的としてバケット容量 1.8 m^3 級の油圧掘削機に電動機駆動方式を導入した。

本機は，油圧システム（これは内燃機関駆動機と同じものである）を電動機により駆動するものであり，油圧機としての特長はそのまま保たれている。電動機としては，機械の仕様に応じて 500 V～6 kV のものが用いられている（**写真―1** 参照)。

内燃機関駆動機に比べて動力系統騒音が 3 dB (A) 低い／高山地域での作業時に空気の希薄化に伴う能力低下を生じない／塵埃の影響から解放される／点検整備が**表―1** に示すように非常に簡略化される／軽油 1 l と電力 1 kWh 当り単価比が 7：1 とすると燃費で 28%，総運転経費で 10% の節約になる等の特徴をあげている。

また欠点として，電力供給線による機動性の束縛があげられるが，コードリールを長くすることによって約 200 m の作業半径を確保することが可能であり，さらに補助ディーゼル機関を搭載することによりこの問題は解消された（**写真―2** 参照)。

この方式は，特にバケット容量 4 m^3 級以上の機種に関して有力な代替機となるであろうと報告されている。

（委員：多田和弘）

写真―2 1.8 m^3 電気油圧掘削機の下部走行体（補助内燃機関付）

表―1 内燃機関と電動機の点検整備比較

点検整備間隔（運転時間）	内燃機関駆動		電動機駆動	
	点検整備時間 (min)	作業内容	点検整備時間 (min)	作業内容
10	52	オイル，フィルタ点検等5項目	—	
50	10	燃料タンク洗浄	—	
100	6	圧縮機点検	—	
200	145	オイル，フィルタ交換等6項目	—	
400	90	フィルタ交換等3項目	—	
1,000	80	噴射ポンプ検査等2項目	30	通気孔清掃等2項目
2,000	70	配管類検査等4項目	—	
4,000	20	発電機，セルモータ点検	265	軸受，電気接点検査等5項目

◀ 写真―1 500 V 200 kW 電気油圧掘削機

整備技術　整備技術部会

MPG方式

＊燃費ベースのメンテナンス＊

MPG＝Maintenance Per Gallon

Heavy Duty Equipment
Management／Maintenance
March 1980

Fig. 2

MPG プログラムの設定（つづき）

また，サービスマンは**表—4**のようなチェックリストに従って一つ一つディテールを明記しておく。また**Fig. 2**のようなカードを作り，このカードを部品箱に貼付けておく。たとえば，フィルタの箱にこのカードをコードレベルごとに記入しておけば，余分なパーツを運ぶ必要もなく，汚染させてしまう心配も少なくなる。PM マンとして厄介なことはサービスをしようとするごとにパーツ No. とコード No. をピックアップしなければならないことであるが，こうしておけば手間が省ける。

サービスを完了したら，カードにサインして事務所に戻し，実施した事項は **Fig. 3** に記入してマスターシートとし，いつでも閲覧できるようにしておく。

この方式によれば，重作業に従事しているためしばしばサービスを受ける必要のある機械に適切なサービスをすることができるわけである。もしも遊休していることが多いなら摩耗も軽度であり，しばしばサービスを受けなくともよいわけであり，オイル交換，作動油交換の時間も延長してよい理屈であるから合理的である。しかも現場全体の燃料消費量も機械ごとの燃料消費量も確実に把握できる。

リース，レンタルの問題

機械をリース，レンタルする場合に時間ベースのレンタル料金によるよりも燃料消費量に基づく料金制にすると，より現実的であろう。たとえば「日当り定額料金＋ガロンベース料金」としたらどうだろう。これだと社有機械を活用する場合とあまり相違することなく投資資金の回収ができる。

燃費記録とオペレータの作業日報とを結合すると，機械の活用状況の評価と，施工方法の啓発のための効果的なツールとなる。たとえば，通常 72 gal/日（273 *l*/日）の燃費の機械があるとする。それがある日突然に燃費が20% 増しの 86 gal/日（326 *l*/日）になったとすると，そのときは少なくとも二つの問題点が考えられる。第1には，機械が当初計画と違った作業をしているのかもしれない。第2に，エンジンになにかトラブルが生じたのかもしれない。

燃費を観察チェックすることは機械の活動状況を管理する手段としてすぐれている。記録された燃費が計画よりも少ないならば，その機械はその現場に不適であるか，

整備技術

表―4 予防保全チェックリスト

ホイールローダ

機械番号＿＿＿＿ 機械の所属＿＿＿＿

型　式＿＿＿＿ シリアル No.＿＿＿＿ サービスメータ＿＿＿＿

1

外観検査（正確に記述のこと）

車体外観およびガラス＿＿＿＿

ラジエータコア＿＿＿＿

溶　接　部＿＿＿＿

座　　　席＿＿＿＿

そ　の　他＿＿＿＿

2

ボルト，ナット，アクセサリーなどの弛み等外観検査

記　述＿＿＿＿

3

(A) トルク検査または点検
1. 車軸とフレームの締付 □
2. トラニオンとフレームの締付 □
3. ハブボルト □
4. ホイールラグ □

(B) 点検・清掃
1. ディーゼルエンジンのエアクリーナ □
2. スターティングエンジンのエアクリーナ □
3. クランクケースのブリーザ □
4. トランスミッションのブリーザ □
5. トランスミッションのフィーラーキャップ □
6. ステアリングブリーザ □
7. デフャレンシャルブリーザ □
8. フューエルタンクブリーザ □

(C) 電気系統
1. バッテリ □
2. 電解液の液面点検 □
3. ケーブルおよびケーブルの接続 □
4. アンメータ □
5. ホールドダウン □
6. 配線関係 □
7. ランプ □
8. グロープラグ □
9. ジェネレータ／オルタネータ □

4

(A) 潤滑系統
1. コード（4）600 時間 □
2. コード（8）1,200 時間 □
3. グリース充填 □

5

(A) 修理，点検調整（必要があれば）
1. ファンベルト □
2. パーキングブレーキ □
3. トランスミッションセーフティ □
4. トランスミッションコントロール □
5. ブレーキ □
6. エアコンプレッサ取付ボルト □
7. エンジン取付ボルト □
8. ラジエータ取付ボルト □
9. ファンベアリング，アイドラーベアリング □
10. P.T.O シール，ヨークナット □
11. Uジョイント □
12. 油圧シリンダパッキング □
13. バイブレーションダンパ □
14. バケットコントロール □
15. パイプ／ホース類（油，水，空気関係全部） □
16. ホイールベアリングの調整 □
17. 水もれ，油もれ，空気もれの有無 □
18. エアタンクのドレーン抜き □

6

(A) 運転検査
1. 始動機能 □
2. D.E. のオイル圧 □
3. 燃料圧 □
4. ジェネレータの充電機能 □
5. リフトキックアウト □
6. 冷却水温度 □
7. コンバータ温度 □
8. ミッションのオイル圧 □
9. ステアリング □
10. バケットポジショナ □
11. タコメータ，ゲージ類 □
12. ホーン □
13. ブレーキ（停止機能） □
14. 油圧調整装置 □

7

(A) エンジンが定常状態になったときの点検
1. ステアリングシャフトの調子 □
2. ステアリングポンプの圧調整 □
3. アンロードバルブ □
4. 油圧ポンプの圧調整 □
5. オートマチックスピードチェンジバルブ □

8

(A) エンジンの点検，必要があればチューンアップ
1. 燃料フィルタの交換 □
2. スロットル調整 □
3. エマージェンジー □

年 月 日＿＿＿＿ 機械主任＿＿＿＿印

整備技術

Fig. 3

WEEKLY SERVICE RECAP
LOCATION ________
WEEK ENDING ________

DAY	EQUIP NO.	CODE NO.	LUBE	ENGINE oil added (gals.)	ENGINE oil changed (gals.)	ENGINE sampled	ENGINE element changed	AIR CLEANER cleaned	AIR CLEANER changed	AIR CLEANER "O" rings	AIR CLEANER oil bath cleaned	TRANS & CONVERTER oil added (gals.)	TRANS & CONVERTER oil changed (gals.)	TRANS & CONVERTER sampled	TRANS & CONVERTER transmission flushed	TRANS & CONVERTER converter flushed	TRANS element changed	TRANS screen cleaned	FINAL & DIFF. oil added (gals.)	FINAL & DIFF. oil changed (gals.)	FINAL & DIFF. element changed	FINAL & DIFF. sampled	FINAL & DIFF. flushed	HYD. HOIST SYSTEM oil added (gals.)	HYD. HOIST SYSTEM oil changed (gals.)	HYD. HOIST SYSTEM element changed	HYD. HOIST SYSTEM sampled	HYD. HOIST SYSTEM flushed	HYD. STEERING oil added (gals.)	HYD. STEERING oil changed (gals.)	HYD. STEERING element changed	HYD. STEERING sampled	HYD. STEERING flushed	fuel sys element changed	bat check	GAS (gals.)	DIESEL (gals.)	WATER (gals.)
MON																																						
TUES																																						
WED																																						
THURS																																						
FRI																																						
SAT																																						
Total																																						
MON																																						
TUES																																						
WED																																						
THURS																																						
FRI																																						
SAT																																						
Total																																						
MON																																						
TUES																																						
WED																																						
THURS																																						
FRI																																						
SAT																																						
Total																																						
MON																																						
TUES																																						
WED																																						
THURS																																						
FRI																																						
SAT																																						
Total																																						
1st																																						
2nd																																						
3rd																																						
4th																																						
5th																																						

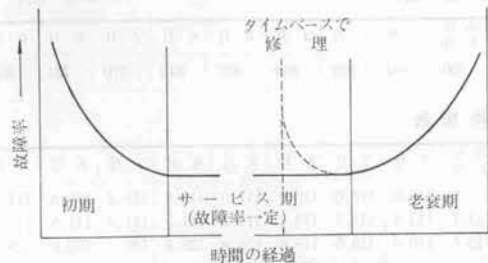
あるいは効率的に活用されていないのかもしれない。待ち時間のために機械を何時間も遊ばせることは異常である。待ち時間のコストも金である。不必要に部品を消耗させる原因ともなる。しかも尊い燃料のムダ使いである。

効率的な機械の活用とは投資が利益として回収できるようにすることである。燃料節約は生きのびる手段である。機械は必要なときに適当なサービスを受けられれば寿命は延びる。燃費ベースのメンテナンスを行えば，これらのゴールに容易に到達できる。

●筆者あとがき……

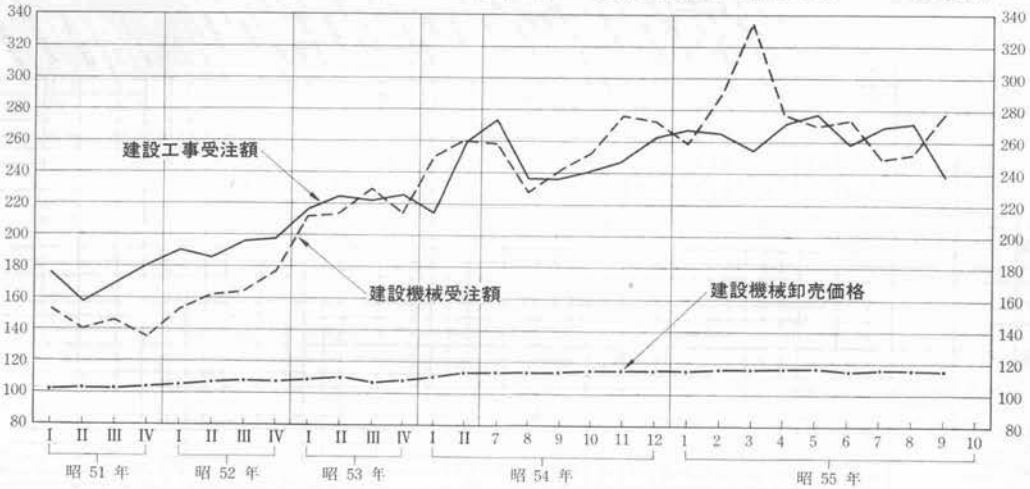
最近は石油の需給事情が小康をえたという感じ方が強くなってきたようで，またぞろエネルギー危機は遠のいたというムードになってきたようでもある。しかし，これは大変危険な感覚だと思う。OPEC 諸国は石油埋蔵量を保護しようとしているし，ソ連も石油輸入国に転じようとしている事情を無視してはなるまい。そのときそのときに消長はあるにしても，石油節減の対策は考えていかなければならない問題であろう。

フレデリックの MPG 方式のもう一つの魅力は修繕費の節減効果であろう。よく知られているように，機械の故障率はバスタブ曲線に沿って変化する（図―1 参照）。すなわち，故障の発生状況を初期故障期，サービス期，老衰期の３区分に分けて特徴づけることができるわけであるが，タイムベースで無批判に整備をすると，あるいはその機械がサービス期にあるのに分解したりしてしまうことも起る。そうすると図―1 の点線のような高故障率の現象を引起してしまうこともあり，アベイラビリティの低下と余分な修繕費を呼び起すことになる。修繕費のかさみ方は，金物それ自体にもとづくものよりも，人為的なものの方が５倍も多いといってもいい過ぎではない。

―二宮　嘉弘―

図―1　故障率のバスタブ曲線

統計 調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和 45 年平均＝100(建設機械卸売価格→昭和 50 年平均＝100)　建設機械受注額：機械受注統計(機種別)……経済企画庁
建設工事受注額：大手 43 社受注額(季節調整済)……………建設省　建設機械卸売価格：卸売物価指数……………日本銀行

建設工事受注（第1次 43 社分）（受注高）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総計	発注者別 民間 計	民間 製造業	民間 非製造業	官公庁	工事種類別 建築	工事種類別 土木	未消化工事高	施工高
51 年	**5,990,913**	**2,989,525**	**577,884**	**2,411,641**	**2,532,989**	**3,296,424**	**2,633,421**	**5,271,033**	**5,688,840**
52 年	**6,673,156**	**3,226,896**	**608,169**	**2,618,727**	**3,002,768**	**3,513,625**	**3,159,531**	**5,981,935**	**6,177,800**
53 年	**7,693,823**	**3,517,935**	**640,681**	**2,877,254**	**3,632,679**	**4,018,501**	**3,675,322**	**6,776,064**	**7,222,393**
54 年	**8,361,891**	**4,152,535**	**882,849**	**3,269,686**	**3,683,885**	**4,520,141**	**3,841,750**	**7,371,695**	**8,100,623**
54 年 9 月	678,648	337,801	75,957	264,318	286,314	363,629	304,929	7,064,826	683,127
10 月	694,125	330,466	70,884	260,644	338,106	390,665	306,191	7,144,807	714,781
11 月	711,244	343,786	97,175	244,210	295,631	397,983	316,894	7,201,664	696,745
12 月	755,196	385,232	83,361	300,826	297,640	413,549	341,197	7,273,232	706,521
55 年 1 月	776,220	448,932	89,147	359,050	257,373	494,308	280,461	7,392,071	762,139
2 月	763,231	481,652	92,646	387,097	264,728	477,215	281,782	7,438,156	743,264
3 月	731,527	356,919	61,094	295,050	287,727	407,766	321,335	7,412,618	696,999
4 月	779,665	446,208	134,742	318,299	246,901	490,860	283,215	7,010,319	773,715
5 月	795,923	367,959	86,147	279,816	375,505	385,684	413,342	7,836,478	754,418
6 月	742,816	407,227	108,561	297,840	297,634	432,145	328,663	7,728,982	761,241
7 月	771,294	415,789	99,121	314,711	340,120	442,057	329,854	7,811,754	777,136
8 月	778,019	379,808	101,906	283,788	352,981	415,673	361,691	7,489,515	787,308
9 月	686,687	364,277	—	—	266,654	—	—	—	—

55 年 9 月は速報値

建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	51 年	52 年	53 年	54 年	54 年 9 月	10 月	11 月	12 月	55 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
建設機械	**5,344**	**6,112**	**8,108**	**9,484**	746	782	855	844	800	894	1,037	857	837	849	770	781	858

建設機械卸売価格指数

昭和年月	51 年 平均	52 年 平均	53 年 平均	54 年 平均	54 年 9 月	10 月	11 月	12 月	55 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
建設機械(9品目)	**103.4**	**107.2**	**108.7**	**113.4**	114.5	115.5	115.8	115.7	115.5	116.2	116.6	116.9	117.0	115.4	116.4	115.8	114.8
掘削機(1品目)	**102.5**	**106.8**	**111.2**	**113.1**	113.7	113.1	112.0	112.7	112.7	113.4	113.7	113.1	111.2	111.3	111.3	111.5	112.1
建設用トラクタ(1品目)	**105.5**	**109.4**	**117.8**	**119.0**	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	125.8	125.8	129.0	129.0	129.0

（注）1. 昭和 51 年〜54 年 6 月は四半期ごとの平均値で図示した。
2. 「建設工事受注額」の大手 43 社のシェアは約 18% 前後である。

(昭和55年10月1日～31日)

理　事　会

日　時：10月25日（土）17時～
出席者：加藤三重次会長ほか68名(うち委任状出席22名)，そのほか監事ほか30名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告について　②昭和55年度上半期経理概況報告について　③各支部の昭和55年度上半期事業報告および経理概況報告について　④顧問の委嘱について

運営幹事会

日　時：10月13日（月）15時～
出席者：田中康之幹事長ほか39名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告について　②昭和55年度上半期経理概況報告について

主務官庁検査

日　時：10月30日（木）10時～
場　所：本協会会議室
検査官：通商産業省機械情報産業局産業機械課栗原靖一鉱工業建設機械班長，江越博昭同上建設機械油圧機器係長，建設省大臣官房建設機械課谷沢義広課長補佐，久保田孝雄同上監理係長
立会者：圷　質専務理事ほか本部および研究所担当者6名
内　容：本協会（建設機械化研究所および支部を含む）の業務および財産状況等の検査について

広　報　部　会

■出版委員会
日　時：10月1日（水）14時～
出席者：中野俊次部会長ほか8名
議　題：「昭和56年度版国産建設機械主要諸元表」の編集について

■広報部会
日　時：10月3日（金）10時～
出席者：中野俊次部会長ほか7名
議　題：①昭和55年度上半期の報告および下半期の計画　②建設機械展示会（名古屋）について

■機関誌編集委員会
日　時：10月9日（木）12時～
出席者：田中康之委員長ほか23名
議　題：①昭和55年12月号（第370号）原稿内容の検討，割付　②昭和56年1月号（第371号）原稿内容の検討，割付　③2月号（第372号）の計画

■昭和55年度建設機械展示会(名古屋)
期　日：10月16日（木)～20日（月）
場　所：名古屋市熱田区六野2丁目
出品社：68社
入場者：約31,000名

■昭和55年度建設機械と施工法シンポジウム
期　日：10月17日（金)～18日（土）
場　所：名古屋市熱田区「愛知県トラック会館」
内　容：38テーマの発表
参加者：約300名

■文献調査委員会
日　時：10月28日（火）14時～
出席者：沢田茂良委員長ほか8名
議　題：機関誌1月号掲載原稿について

■海外建設機械化視察団打合せ会
日　時：10月31日（金）12時～
出席者：圷　質専務理事ほか32名
議　題：米国コネクスポについて

機械技術部会

■荷役機械技術委員会小委員会
日　時：10月2日（木）14時～
出席者：本田忠義幹事ほか4名
議　題：委員会の運営方針について

■運営連絡会
日　時：10月6日（月）14時～
出席者：内田貫一部会長ほか20名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告の検討　②今後の事業予定について

■揚排水ポンプ設備技術委員会第4分科会
日　時：10月7日（火）9時半～
出席者：土屋　実幹事ほか10名
議　題：揚排水ポンプ設備技術基準（案）解説の校正

■ディーゼル機関技術委員会小委員会
日　時：10月17日（金）13時半～
出席者：中戸恒夫委員長代理ほか4名
議　題：「建設機械整備ハンドブック」エンジン編の原稿審議

■トラクタ技術委員会
日　時：10月24日（金）13時～
出席者：磯部金治委員長ほか9名
議　題：①安全性評価に関する検討　②JIS D 0005 トラクタショベル仕様書様式の見直し

■ダンプトラック技術委員会重ダンプトラック分科会
日　時：10月24日（金）14時～
出席者：佐々木敏彦幹事ほか7名
議　題：重ダンプトラック性能試験法，けん引試験，落下試験の審議

■揚排水ポンプ設備技術委員会第4分科会
日　時：10月27日（月）13時半～
出席者：長田忠良委員長ほか7名
議　題：揚排水ポンプ設備技術基準（案）解説の校正

■荷役機械技術委員会小委員会
日　時：10月30日（木）14時～
出席者：津田弘徳委員長ほか5名
議　題：①運営方針について　②アンケート案の審議

施工技術部会

■原位置土質・岩質測定研究委員会
日　時：10月14日（火）14時～
出席者：川崎浩司委員長ほか10名
議　題：水分密度計について

■小規模ダム施工設備研究委員会
日　時：10月22日（水）13時半～
出席者：寺島　旭委員長ほか8名
議　題：経過報告の審議

■骨材生産委員会小委員会
日　時：10月29日（水）14時～
出席者：塚原重美委員長ほか5名
議　題：今後の方針について

整備技術部会

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会
日　時：10月2日（木）10時～
出席者：二宮嘉弘幹事長ほか7名
議　題：基礎技術編（ブーム，アーム，バケット，および安全装置）の原稿審査

■運営連絡会
日　時：10月7日（火）14時～
出席者：森木泰光部会長ほか12名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告の検討　②今後の事業推進について

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会
日　時：10月16日（木）10時～
出席者：二宮嘉弘幹事長ほか7名
議　題：基礎技術編（安全装置）の原稿審査

■料金調査委員会小委員会
日　時：10月17日（金）13時半～
出席者：安地猛司委員ほか3名
議　題：建設機械整備工数の検討

■料金調査委員会小委員会
日　時：10月20日（月）13時～
出席者：鵜飼正尚委員ほか5名
議　題：建設機械整備工数の検討

■料金調査委員会
日　時：10月22日（水）14時～
出席者：青沼英明委員長ほか20名
議　題：建設機械整備工数および整備料金調査の経過報告ならびに検討

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会
日　時：10月31日（金）10時～
出席者：二宮嘉弘幹事長ほか8名
議　題：基礎技術編（安全装置）の原稿審査

機械損料部会

■基礎工事用機械委員会小委員会
日　時：10月21日（火）14時～
出席者：藤田修照委員長ほか6名
議　題：昭和56年度基礎工事用機械損料改訂について

■舗装機械委員会小委員会
日　時：10月23日（木）13時半～
出席者：福岡紀道副委員長ほか4名
議　題：舗装機械損料改訂に伴う打合せ

■運営連絡会
日　時：10月30日（木）14時～
出席者：永盛峰雄部会長ほか23名
議　題：昭和56年度建設機械損料の改正について

ＩＳＯ部会

■第3委員会
日　時：10月9日（木）14時～
出席者：内田一郎副委員長ほか6名
議　題：①プラウボルト規格案の作成　②バケットツース規格案の作成　③エンドビット規格案の作成　④DIS 6405およびTC 127 N 148シンボルの審議

■第2委員会
日　時：10月23日（木）14時～
出席者：瀬田幸敏委員長ほか15名
議　題：①DIS 6683 シートベルト，DIS 7095 履帯式トラクタ操縦装置の審議　②DIS 6682 手足の操作範囲の改正案の審議　③SC 2 N 224 油圧ショベルの定格持上げ力転倒安全荷重の審議　④ISO 3164(DLV)，ISO 3449(FOPS) 小修正案の検討　⑤TC 127 N 149 立体座標の＋方向の定義検討　⑥SC 2 N 223 ISO 2860 修正案の審議

標準化会議および規格部会

■規格部会 JIS 原案作成小委員会
日　時：10月9日（木）14時～
出席者：花里健一委員ほか2名
議　題：重心位置測定法 JIS 原案の様式改正

■規格部会第2委員会
日　時：10月21日（火）14時～
出席者：醍醐忠久委員長ほか5名
議　題：騒音測定法案（個別規格）の審議

■規格部会 JIS 原案作成委員会
日　時：10月22日（水）13時半～
出席者：長田忠良委員長ほか16名
議　題：重心位置測定法 JIS 案の審議

業種別部会

■商社部会幹事会
日　時：10月3日（金）17時半～
出席者：柏　忠二部会長ほか4名
議　題：昭和55年度上半期事業報告および下半期事業計画について

■製造業部会幹事会
日　時：10月15日（水）12時～
出席者：大内田正部会長ほか24名
議　題：①昭和56年度機械整備費の考え方について（講師：建設省建設機械課長中野俊次）②建設機械器具リース・レンタル業実態調査結果について（講師：同上）　③56年度通商産業省関係予算について（講師：通商産業省 産業機械課係長 江越博昭）　④55年度上半期事業報告および下半期事業計画について

■建設業部会と機械振興協会の関係部会との意見交換会
日　時：10月27日（月）14時～
出席者：建設業部会側兼子　功副幹事長ほか10名，機械振興協会側12名
議　題：建設機械油圧システムにおける難燃性流体に関する意見交換

■サービス業部会
日　時：10月28日（火）14時～
出席者：久保田栄部会長ほか8名
議　題：①情報交換　②鉱山法について　③料金調査委員会の経過について

■リース・レンタル業部会
日　時：10月29日（水）13時～
出席者：西尾　晃部会長ほか12名
議　題：約款研究について

安全対策専門部会

■建設機械安全調査委員会見学会
期　日：10月7日（火）
参加者：井口雅一委員長ほか14名
見学先：①国道6号土浦バイパス工事現場　②筑波研究学園都市センタービル工事現場　③日立建機土浦工場

騒音振動対策専門部会

■技術開発委員会コンクリート機械幹事会
日　時：10月3日（金）14時～
出席者：青沼英明幹事長ほか11名
議　題：昭和55年度事業の進め方について

■技術開発委員会基礎工事機械幹事会
日　時：10月9日（木）10時～
出席者：田中康之幹事長ほか22名
議　題：昭和55年度事業の進め方について

■技術開発委員会
日　時：10月15日（水）12時半～
出席者：福岡正己委員長ほか21名
議　題：昭和55年度事業計画の推進について（①低騒音・低振動基礎工事・機械の開発　②低騒音土工機械の開発　③低騒音コンクリート機械の開発）

舗装材再生装置調査専門部会

■舗装材再生装置調査委員会幹事会
日　時：10月21日（火）13時半～
出席者：津田弘徳幹事長ほか18名
議　題：リサイクルプラントおよび路上再生処理機械に関する検討

■舗装材再生装置調査委員会幹事会分科会
日　時：10月31日（金）14時～
出席者：津田弘徳幹事長ほか15名
議　題：路上再生処理機械調査について

路面圧雪処理調査研究専門部会

■路面圧雪処理調査研究専門部会幹事会
日　時：10月8日（水）12時～
出席者：田中康之部会長ほか10名
議　題：調査研究方針の検討

■路面圧雪処理調査研究専門部会
日　時：10月27日（月）12時半～
出席者：田中康之部会長ほか22名
議　題：路面圧雪処理の調査方針および工程について

支部行事一覧

北海道支部

■幹事会
日　時：10月8日（水）13時半～
出席者：佐藤信二副幹事長ほか6名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告と経理概況報告　②支部創立30周年記念事業について

■運営委員会
日　時：10月15日（水）14時～

出席者：北郷　繁支部長ほか26名
議　題：①役員の変更補充について　②昭和55年度上半期事業報告と経理概況報告　③支部創立30周年記念事業について

■技術部会車検対策委員会
日　時：10月21日（火）13時半～
出席者：谷口敏久委員長ほか9名
議　題：建設機械と保安基準の説明会開催について

■技術部会車検対策委員会
日　時：10月25日（土）13時～
出席者：谷口敏久委員長ほか7名
議　題：建設機械と道路運送車両の車検に関する説明会の実施計画について　②道路運送車両の車検に関する要望事項について

東北支部

■除雪機械展示会打合せ
期　日：10月7日（火）～8日（水）
出席者：栗原宗雄幹事ほか7名
議　題：展示会場と設備関係について

■工事見学会
期　日：10月16日（木）～17日（金）
見学先：仙塩流域下水道事務所（多賀城市），女川原子力発電所（宮城県牡鹿郡女川町）
参加者：山形順一事務局長ほか9名

■排水ポンプ設備点検保守講習会
期　日：10月29日（水）～30日（木）
場　所：鈴根五郎排水機場（宮城県志田郡松山町）建設省北上川下流工事事務所設備
講　師：日立製作所（主ポンプ，変速機，操作盤，発電機），新潟鉄工所（エンジン），宇部興産（除塵機）
参加者：今野　学幹事長ほか40名

北陸支部

■雪氷部会除雪機械耐用年数分科会
日　時：10月3日（金）10時～
出席者：栗山　弘部会長ほか11名
議　題：資料の依頼先と内容の検討

■上半期会計監査
日　時：10月6日（月）13時～
出席者：敦井代五郎会計監事ほか3名
内　容：上半期経理の会計監査

■幹事会
日　時：10月9日（木）11時～
出席者：川端徹哉幹事長ほか13名
議　題：運営委員会に提出する議案の検討その他

■運営委員会
日　時：10月17日（金）14時～
出席者：土屋雷蔵支部長ほか24名
議　題：昭和55年度上半期事業報告ほか4件

■除雪機械安全点検整備講習会
期　日：10月27日（月）～31日（金）
場　所：新潟市，長岡市，上越市，富山市，金沢市の5会場
受講者：各会場の合計547名
内　容：除雪機械の取扱い，点検整備の要点および除雪作業における安全思想の喚起と円滑な作業の遂行についての学習

中部支部

■建設機械展示会準備委員会
日　時：10月2日（木）15時～
出席者：岩崎博臣委員長ほか22名
議　題：①出品会社打合せ会議報告　②関連催し物実施要領について　③開会式の実施要領について　④準備事項の工程確認　⑤安全管理者の選出について　⑥その他

■昭和55年度建設機械展示会（名古屋）
期　日：10月16日（木）～20日（月）
会　場：名古屋市熱田区六野2丁目
入場者：約31,000名

■昭和55年度建設機械と施工法シンポジウム
期　日：10月17日（金）～18日（土）
会　場：愛知県トラック会館
参加者：約300名

関西支部

■技術部会新機種新工法委員会第4回低スランプ生コン輸送分科会
日　時：10月3日（金）14時～
出席者：長尾策磨分科会長ほか6名
議　題：昭和55年度事業計画の推進について

■技術部会第11回アスファルト舗装機械委員会
日　時：10月7日（火）14時～
出席者：北村醸司委員長ほか16名
議　題：①アスファルトプラントの実態調査の経過報告と集計方法について　②報告「舗装転圧機械について（渕田委員，石脇委員）」

■建設機械整備技能検定に関する学科特別講習会反省会
日　時：10月9日（木）17時半～
出席者：奥山茂樹講師ほか15名
議　題：①昭和55年度学科特別講習会の反省について　②昭和56年度の講習会の計画について

■技術部会新機種新工法委員会第7回濁水処理装置分科会
日　時：10月14日（火）14時～
出席者：中柴　弘分科会長ほか8名
議　題：分科会経過報告と内容の検討および今後の事業の進め方について

■普及部会見学会
日　時：10月17日（金）12時半～
見学先：建設機械展示会（名古屋）
参加者：畠昭治郎支部長ほか42名

■技術部会第8回トンネル施工機材委員会
日　時：10月21日（火）14時～
出席者：荒井克彦委員長代行ほか13名
議　題：①報告「NATMの原理およびNATMにおける施工機材について（谷本委員）」，「現場担当者から見たトンネル施工機材について（倉辻委員）」　②資料紹介「トンネル工事における機械化施工について（各委員）」

■技術部会第12回アスファルト舗装機械委員会
日　時：10月21日（火）14時～
出席者：北村醸司委員長ほか6名
議　題：アスファルトプラント実態調査表の整理

■建設業部会建設用電気設備特別委員会第128回専門委員会
日　時：10月22日（水）14時～
出席者：工藤智昭主査ほか9名
議　題：建設工事用電気設備資料集「その1電圧変動対策」の検討

■技術部会第87回摩耗対策委員会
日　時：10月23日（木）14時～
出席者：室　達朗委員長ほか13名
議　題：①摩耗に関する文献調査について（深川委員）（ゴムとタイヤにおける摩擦と摩耗について，高硅素強靱耐摩耗鋼の開発）　②シールドのカッタヘッドとビットの摩耗について（吉川委員）　③タイヤの異常摩耗について（高橋委員）　④リッパチップの現地摩耗試験について（室委員長）

■技術部会第6回海洋開発委員会
日　時：10月24日（金）14時～
出席者：室　達朗委員長ほか13名
議　題：①LPG桟橋建設工事について（北崎委員）　②水中ブルドーザについて映画と説明（浅見委員）　③長崎海上空港建設記録映画と説明

■創立30周年史第4回編集会議
日　時：10月28日（火）14時～
出席者：広田泰久班長ほか9名
議　題：編集分担について

■技術部会新機種新工法委員会濁水処理装置分科会幹部会
日　時：10月29日（水）14時～
出席者：村田良太郎委員長ほか2名
議　題：濁水処理装置の実態調査表の作成および依頼先の検討

■技術部会トンネル施工機材委員会
日　時：10月30日（木）10時～
出席者：谷本親伯委員ほか3名
議　題：全国のトンネル施工現場295個所にトンネル施工機材に関するアンケート調査の発送作業について

中国支部

■幹事会
日　時：10月8日（水）16時～
出席者：中山正人幹事長ほか25名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告　②昭和55年度上半期経理概況報告　③昭和55年度下半期事業計画について

■見学会
期　日：10月17日（金）～18日（土）
見学先：①日本車輌製造豊川蕨製作所　②建設機械展示会（名古屋）
参加者：河相浄夫技術部会長ほか12名

■機械化施工技術講演会（最近のシールド機械の現況）
日　時：10月24日（金）10時～
場　所：広島労働会館
聴講者：150名
内　容：①最近のシールド掘進機の傾向（三菱重工業）②最近の礫泥水・中折式シールド掘進機（小松製作所）③シールド機械施工記録映画（提供：鹿島建設，大成建設，西松建設）

■運営委員会
日　時：10月29日（水）16時～
出席者：網干寿夫支部長ほか27名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告　②昭和55年度上半期経理概況報告　③昭和55年度下半期事業計画について　④本部理事会の報告

四国支部

■見学会
期　日：10月15日（水）～17日（金）
見学先：恵那山トンネルおよび建設機械展示会（名古屋）
参加者：13名

■施工部会
日　時：10月20日（月）10時～
出席者：門田光毅幹事長ほか5名
議　題：昭和55年度下半期事業について

■幹事会
日　時：10月21日（火）10時半～
出席者：伊藤豪誠幹事長ほか24名
議　題：昭和55年度上半期事業報告および経理概況報告

■騒音・振動計測講習会
日　時：10月29日（水）9時～
場　所：高松市「市民文化センター」
聴講者：44名

九州支部

■第5回幹事会
日　時：10月3日（金）15時～
出席者：和田一郎幹事長ほか16名
議　題：①昭和55年度上半期事業報告および経理概況報告の審議　②10月～12月の行事予定について

■技術部会委員会
日　時：10月21日（火）14時～
出席者：東原　豊部会長ほか8名
議　題：①九州地区の賃貸機械実態調査のまとめ方について　②今後の行事予定について

編集後記

暖冬から始まり，公共投資の抑制，衆参両院同時選挙，冷夏，関西新空港問題，イラン・イラク戦争など，我々建設関連業界にも何かと話題の多かった1980年も今すぎようとしております。

師走に発行されるこの12月号は盛夏の8月から準備が始められ，各諸氏には8～9月の多忙の中で筆をふるっていただき，いま皆様のお手元にお届けすることができるに至りました。

本号は1年の締めくくりとして広範囲なテーマを取り上げ，盛り沢山の内容にすべく企画し，全国各地から，また各専門分野からの記事をいただきました。巻頭言，随想は永年建設の機械化に貢献してこられた本協会顧問の杉浦，猪瀬両氏に登場してもらい，豊富な経験談の中から大変興味深い記事をいただきました。さらに盛り沢山の企画としては，北は東北新幹線建設関連工事から，南は九州の低公害リッパ工法と，全国を縦断するような形で各地のトピックスを取り上げ，そして内容的には工事計画，概要，実績報告，新機種，新工法，サービス問題と多角的に取り組んでいただきました。執筆者各位には厚くお礼申し上げます。

では，皆様，良いお年をお迎え下さい。（古橋・高木）

No. 370　「建設の機械化」　1980年12月号　〔定価〕1部450円　年間4,800円（前金）
昭和55年12月20日印刷　昭和55年12月25日発行（毎月1回25日発行）
編集兼発行人　加藤三重次　印刷人　千葉　登
発行所　社団法人　日本建設機械化協会
〒105 東京都港区芝公園3丁目5番8号　機械振興会館内　電話(03) 433—1501　取引銀行三菱銀行銀座支店　振替口座東京7—71122番
建設機械化研究所—〒417　静岡県富士市大渕3154（吉原郵便局区内）　電話(0545) 35—0212
北海道支部—〒060　札幌市中央区北3条西2—6　富山会館内　電話(011) 231—4428
東北支部—〒980　仙台市国分町3—10—21　徳和ビル内　電話(0222) 22—3915
北陸支部—〒951　新潟市東堀前通六番町1061　中央ビル内　電話(0252) 24—0896
中部支部—〒460　名古屋市中区栄4—3—26　昭和ビル内　電話(052) 241—2394
関西支部—〒540　大阪市東区谷町1—50　大手前建設会館内　電話(06) 941—8845／8789
中国支部—〒730　広島市中区八丁堀12—22　築地ビル内　電話(0822) 21—6841
四国支部—〒760　高松市福岡町4—28—30　小竹ビル内　電話(0878) 21—8074
九州支部—〒810　福岡市中央区舞鶴1—1—5　舞鶴ビル内　電話(092) 741—9380
印刷所　株式会社　技報堂　東京都港区赤坂1-3-6

“建設の機械化”既刊目次一覧

昭和55年1月号（第359号）～昭和55年12月号（第370号）

昭和55年1月号（第359号）

—特集・80年代の建設機械化を考える—

表紙写真
CAT 950 サイドスライド式
アングリングプラウ付除雪ドーザ
キャタピラー三菱株式会社

□巻頭言　志……加藤三重次／1
□80年代の建設機械化を考える
　雪を克服する……後藤勇／4
　80年代の港湾建設と作業船……中川英毅／5
　構造形式の選定に関する展望……川人達男／7
　80年代のダム建設工事……川端徹哉／9
　トンネル建設機械について……高木清晴／10
　海洋工事の施工計画と設備機械……青木忠宗／12
　モグオ君の夢……菊池建二／14
　80年代の建設業について……横場信吉／16
　海洋開発における建設機械化……田崎幸哉／17
　道路工事用機械の現状と動向……三崎弘史／18
　80年代のリース・レンタル……岸上淳／20
　場所打ちコンクリート杭……稲村利男／22
　機械土工の進路……羽鳥忠雄／24
　建設機械についての雑感……棚沢政男／26
　建設機械用ディーゼル機関の展望……中戸恒夫／27
　80年代の建設機械を考える——クローラクレーンを主体に……牧宏／29
　大型ダンプトラックをとりまく諸問題……深野愛蔵／31
　締固め機械の転路……遠藤徳次郎／32
　アスファルトプラントの省エネルギー……西尾勝彦／34
　真の国際化が望まれる油圧機器……小笠原文男／36
　建設機械整備のゆくえ……沼倉博友／37
　整備業としての対応について……安地猛司／39
　建設機械流通機構はどう変化するか……佐藤隆則／41
　流通部門の機能と課題……古河洋／42
□随想　新しい目，古い目—技術交流雑感……内田貫一／45
創立30周年記念建設機械展示会見聞記……本田宜史／48

グラビヤ——昭和54年度建設機械展示会

建設機械と施工法シンポジウム見聞記……本田宜史／51
□新機種ニュース……調査部会／55
□ISO規格紹介
　土工機械の運転・整備に関するISO標準規格(6)……ISO部会／60
□統計
　建設工事費デフレータほか建設関連統計……調査部会／63
理事会の開催……／64
行事一覧……／64
編集後記……(本田・田辺・森谷)／68

昭和55年2月号（第360号）

表紙写真
KOBE R 935 油圧ショベル
株式会社　神戸製鋼所

□巻頭言　土木施工技術への一提言……川嶋登紀衛／1
故末森猛雄先生を偲んで……小蒲康雄／3
苫小牧東港建設の現況……長内戦治／5

グラビヤ——苫小牧東港東防波堤建設工事

福岡県苅田沖土砂処分場の建設におけるプレハブ鋼矢板セル護岸工事……高力健次郎・藤岡正則／12
香川県直島海底岩盤掘削工事……八鍬時雄・川向博・稲垣正晴／19
川崎港海底トンネルの管理施設……大藪雅夫・梅田吉男／25
土砂の空気圧送排土装置の開発とシールド工法への適用……斎藤恒範・石田和夫・奥野昇／32
高落差コンクリート打設用スネークシュート工法……中原康・大友忠典・内藤匠／38
岩盤トンネル改築における NATM の計測……高橋光男・高崎康男・舟田邦雄／44
□随想　雑考「阿呆陀羅経」……山下博通／48
エアリフト実務計算の一手法……河野正吉／51
土砂のパイプ輸送における含泥率と沈降限界流速の測定……小野寺勇／57
ISO/TC 127 サンドバイホルム国際会議報告……ISO部会／62
昭和54年度建設機械展示会アンケート調査結果…広報部会／69
□新機種ニュース……調査部会／71
□整備技術
　機械マネージャの任務と使命 (1)……整備技術部会／74
□ISO規格紹介
　土工機械の運転・整備に関するISO標準規格 (7)……ISO部会／77
□建設機械化研究所抄報<127>
　360.　小松 D 20 S-5 型履帯式トラクタショベル……／79
　361.　川崎 KLD 50 Z 型車輪式トラクタショベル……／80
　362.　古河 FL 200 B 型車輪式トラクタショベル……／81
　363.　古河 FL 120 型車輪式トラクタショベル……／82
□支部便り
　除雪機械点検整備講習会を開催……東北支部／83
□統計
　建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／84
行事一覧……／85
編集後記……(吉田・和田)／88

昭和55年3月号（第361号）

—シールド特集—

表紙写真
日立 UH 07-5 油圧ショベル
日立建機株式会社

□巻頭言 シールド工法の今昔……渡辺 健／1
シールド工法の現況……栗原和夫／3
最近のシールド掘削機……西岳 茂／8
東京都の下水道事業計画とシールド……武見英雄／16
営団地下鉄 11 号線（半蔵門線）工事概要……富張清一郎・百瀬 巌／21
東京都水道局北部幹線シールド工事概要……山口充博／28

グラビヤ——最近のシールド

名港導水路海底シールド工事実績……太田義一／35
クラッシャ内蔵型泥水加圧式シールドの概要と施工例……小川武記・納見誠一・塩入敏彦／44
アーティキュレート式シールド……小野村和男／48
小断面都市トンネル工法 OCAMS/PS 工法……三島亨介／52
□部会研究報告
　シールド仕様書様式（案）……機械技術部会 シールド掘進機技術委員会／56
□随想 山とダムと……山田昌巳／60
アスファルト舗装の現位置再生工法の概況……高野 漠／62
浮遊式連続埋立工法（フローティングコンベヤシステム FCS）……石井一郎・宮崎良彦／67
□新刊図書紹介
　日本建設機械要覧—1980 年版……要覧編集委員会／74
□新機種ニュース……調査部会／76
□整備技術
　機械マネージャの任務と使命（2）……整備技術部会／80
□ISO 規格紹介
　土工機械の性能試験方法に関する ISO 標準規格（1）……ISO部会／83
□統計
　建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／85
行事一覧……／86
編集後記……（津田・折橋・鈴木）／88

昭和55年4月号（第362号）

表紙写真
3,350 m^3/hr 特殊ポンプ浚渫船「つるみ」
日本鋼管株式会社

□巻頭言 建設機械化への期待……井上 孝／1
西欧諸国の石油地下備蓄の現状と我が国の実証プラント計画……石山四郎・清水良二／3
成田新幹線成田空港内における大断面 NATM の計画……大木秀一・阿曽満寿男／10
阿武隈大堰の計画と工事の現況……村上富造／17
鶴見川浚渫送泥設備の概要……岩井国臣・高岡達行・塩野久夫・村松貞夫／24
児島・坂出ルート海底掘削工事の現況……山下義之／30
パイプルーフ併用の4連続めがねトンネルの施工——京葉道路（四期）貝塚トンネル……河島 恒・佐々木芳文／36
□随想 これからの公共事業の道程を想う……坂野重信／44
福岡地下鉄那珂川工区における土留工——滞水砂質地盤における土留工……津高正高・田中和敏…46
福岡地下鉄赤坂工区における連続土留壁工事実績——KW工法とパナソル工法……深蔵泰司／54
旧アメリカ大使館別館解体工事と騒音振動対策……大伴尚也／62
桜島（野尻川河口）における水陸両用ブルドーザの施工……歳田正夫・金光一信・月精栄蔵／66
昭和 54 年度除雪機械展示・実演会開催……／72

グラビヤ——昭和 54 年度除雪機械展示・実演会

□新機種ニュース……調査部会／75
□整備技術
　機械マネージャの任務と使命（3）……整備技術部会／79
□ISO 規格紹介
　土工機械の性能試験方法に関する ISO 標準規格（2）……ISO部会／81
□建設機械化研究所抄報≪128≫
　364．日建産業 M 12 型リフトトラック……／84
　365．日建産業 MSL-90（E）型リフト……／84
　ROPS 静載荷試験（R-44）……／84
□統計
　建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／86
行事一覧……／87
編集後記……（森・新堀）／90

昭和55年5月号（第363号）

—事業報告特集—

表紙写真
三菱パワーショベル MS 230-3
三菱重工業株式会社

□巻頭言　大きいことは良いことか……石上立夫／1
□社団法人日本建設機械化協会の事業活動
社団法人日本建設機械化協会定款……／3
各部会・専門部会・建設機械化研究所の動き……／5
□昭和55年度官公庁の事業概要（その1）
建設省関係予算の特色……松浦隆康／18
中国における水力発電計画……飯島滋／25
スリランカの水資源開発……二宮嘉弘／31
波力発電実証プラント「海明」の開発……大野健一・萩原良樹／36
グラビヤ——波力発電船「海明」
エアクッション工法による大容量タンク移設工事の実績……塚本見一／42
土被りの深い長距離限定圧気シールドの工事概要——東京都下水道局第二練馬幹線工事……佐藤治／47
根入れ式鋼板セル工法の開発……梶岡保夫・中山種清・荻野秀雄／54
□随想　年相応に思うこと……佐藤友光／58
□部会研究報告
油圧ショベルの操作性に関する実態調査報告……機械技術部会ショベル技術委員会／61
□新機種ニュース……調査部会／65
□整備技術
機械マネージャの任務と使命（4）……整備技術部会／71
□ISO規格紹介
土工機械の性能試験方法に関するISO標準規格（3）……ISO部会／73
□統計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／75
行事一覧……／76
編集後記……（立花・佐藤）／78

昭和55年6月号（第364号）

表紙写真
VOLVO BM 861 20 t ダンパー
丸紅建設機械販売株式会社

□巻頭言　建設機械における技術の発展と大学教育について…網干寿夫／1
□昭和55年度官公庁の事業概要（その2）
運輸省港湾関係事業の概要……谷口武志／3
運輸省空港整備事業の概要……中尾邦彦／6
日本国有鉄道設備投資計画の概要……岩崎文松／11
日本鉄道建設公団の事業概要……岩崎徹／13
農業基盤整備事業の概要……岡本芳郎／16
□随想　私の建設機械化雑感……合田昌満／20
俣野川発電所工事の計画概要……恵比寿智・山本健／22
トンネルボーリングマシンによる斜坑掘削の中間報告—電源開発・下郷発電所工事……西田孜・宮永佳明・山田秋夫／29
東京駅中央通路改良工事の施工……近藤信行／38
グラビヤ——東京駅中央通路改良工事
福岡市地下鉄工事における不定形断面掘削機（ロードヘッダ）の使用実績……本田修一・永松正典・吉田道彦／45
コンクリート用連続ミキサの特性と施工例……河野清・池津英二／53
トルコ共和国ハサンウール水力発電所の施工……日野勉・田代襄二／61
□部会研究報告
原位置土質調査の研究……施工技術部会 原位置土質・岩質測定研究委員会／67
□新機種ニュース……調査部会／72
□整備技術
機械マネージャの任務と使命（5）……整備技術部会／77
□ISO規格紹介
土工機械の性能試験方法に関するISO標準規格（4）……ISO部会／80
□統計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／83
行事一覧……／84
編集後記……（高橋・兼子）／86

昭和55年7月号（第365号）

表紙写真
川崎 KLD 85 Z ショベルローダ
川崎重工業株式会社

- □巻頭言 性能試験の衣更え……上東公民／1
- 建設機械の生産，輸出入の動向……江越博昭／3
- NATM による全断面掘削の施工 ——宿毛線聖ケ丘トンネル……高木清晴・山目克己／10
- 武利ダムにおけるアスファルトコアの施工……藤川俊介・中村隆・雑賀英麿／17
- プレキャストケーソン工法による京葉線荒川放水路橋梁の基礎施工……井野口敏夫・土屋義郎／23

グラビヤ——京葉線荒川放水路橋梁のプレキャストケーソン工法

- 青函トンネルにおける坑内コンクリートプラントの概要……桜沢昇・三尾興平／31
- □随想 モスクワ見聞……藤田雅弘／38
- S.E.C 方式による大容量自動吹付コンクリート工法……伊東靖郎・山本康弘・藤川俊介／40
- シールド工事における場所打ちライニング工法の開発……松尾節夫・牧野雅紀／45
- □昭和 54 年度官公庁，建設業界で採用した新機種
  - 建設省……本田宣史・佐々木輝夫／51
  - 運輸省……川村洋一・新野教雄／58
  - 日本国有鉄道……内島弘蔵・八町商萬／60
  - 日本道路公団……坪木憲治／63
- □新機種ニュース……調査部会／65
- □整備技術
  - 機械マネージャの任務と使命（6）……整備技術部会／69
- □ISO 規格紹介
  - 土工機械の性能試験方法に関する ISO 標準規格（5）……ISO 部会／72
- □統計
  - 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／76
- 行事一覧……／77
- 編集後記……（松尾・福来）／80

昭和55年8月号（第366号）

表紙写真
分割型堅坑掘削機 S-260 D バイブクラム
住友重機械建機販売株式会社

- □巻頭言 建設機械の研究開発と講義を……定井喜明／1
- 大柿ダムの施工計画……片倉慎介・正木政方／3
- 双葉ダムアスファルトフェーシングの施工……中村孝明・松永和彦・古川啓介／8
- 新中野治水ダムかさ上げ工事の機械設備……佐藤勝三・南勲・根上義昭／17
- 大型フローティングクレーンによる蒲刈大橋の施工……若宮勝行／24
- 超大型変断面スリップフォーム工法（TAPS）の開発……福島啓一・安藤寿之介・工藤均一／33
- 昭和 55 年度 J.C.M.A. 欧州建設機械化視察団報告……野村昌弘／39

グラビヤ——バウマ 80 国際建設機械展示会など

- □昭和 54 年度官公庁，建設業界で採用した新機種
  - 建設業界……佐藤裕俊／45
- □随想 地熱エネルギーに期待する……藤森謙一／64
- 昭和 55 年度建設機械展示会（仙台）見聞記……今野学／66
- 第 31 回定時総会開催……／69
- □新機種ニュース……調査部会／79
- □文献調査
  - 下水道工事用の荷役器具……広報部会文献調査委員会／84
- □整備技術
  - 機械マネージャの任務と使命（7）……整備技術部会／86
- □統計
  - 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／88
- 行事一覧……／89
- 編集後記……（西出・大平）／92

昭和55年9月号（第367号）

表 紙 写 真
ユタニショベル YS 750-2
油谷重工株式会社

□巻頭言　近頃の若い者……北郷　繁／1
恵那山トンネルII期線工事の計画と現況……谷　芳樹・井上惇夫／3
新宇佐美トンネル（温泉余土）のNATMの施工……峯本　守／10
大川ダムの工事概要――RCDコンクリート工法による合理化施工……小宮山克治・国枝重一／19

グラビヤ――RCDコンクリート工法による大川ダムの施工

大町ダムの工事用仮設備機械……大木達夫・高橋岩一／25
□随　想　ある失敗の話……松村賢吉／34
大内ダム基礎処理用全自動グラウトプラント……西田　孜・伊藤達次／36
昭和54年の建設機械新機種とその傾向……杉山庸夫／41
大型振動ローラによるアスファルト舗装の締固め実験結果……千田昌平・木村直紀／47
大規模ロックフィルダムにおける運搬機械の使用実態……前岡光明・川端徹哉・本郷慎一／52
□新機種ニュース……調査部会／59
□文献調査
請負業者自身の設計・建造・運転による超大型クローラクレーン／2本の圧送ブームによって打設量を2倍にした／新型のアスファルトフィニッシャが実用試験でその性能を証明……広報部会文献調査委員会／64
□整備技術
機械マネージャの任務と使命（完）……整備技術部会／67
□支部便り
各支部定時総会開催……／70
創立30周年記念行事の開催……関西支部／80
建設機械優良運転員・整備員の表彰（北海道・東北・北陸・中部・関西・中国・四国）……／82
□統　計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／85
行事一覧……／86
編集後記……（長田・松島）／88

昭和55年10月号（第368号）

―特集・大深度地下連続壁工法―

表 紙 写 真
MTR-15 型再生合材プラント
東京工機株式会社

□巻頭言　北陸の課題「雪」……土屋雷蔵／1
□特集・大深度地下連続壁工法……／3
鹿島式工法と実施例……永井豊彦・武内　等／4
清水式工法と実施例……坂本和義／9
ハイドロフレーズ工法と試験例……加藤　実・斎藤博文／17
OCW/D 工法と試験例……石井博之／22
K-DW 工法と試験例……増沢鉞男・田村一好／27
WH 工法と試験例……大河内政之・寺田公彦／32
ハザマ式工法と試験例……倉貫静夫・植松一純／37

グラビヤ――大深度地下連続壁工法の施工

格子状地下連続壁の施工――動燃事業団高レベル放射性物質研究施設……門田睦雄・羽田　稔／43
名港西大橋の計画……飯岡　豊／49
横浜横須賀道路建設工事の現況――主として双設トンネルの施工……松永良丞／53
□随　想　あるアメリカの調査報告書から……三野　定／60
ケーシング挿入工法用水中ポンプ式リバース機の開発……高橋正明・内崎　巌・久住　宏／62
建設機械器具賃貸業等実態調査結果の概要……海老原　明／67
□新機種ニュース……調査部会／72
□文献調査
シカゴで稼働中のTBM／モータグレーダによる道路舗装再生／州がポルトランドセメントコンクリートを舗装に再使用……広報部会文献調査委員会／76
□整備技術
燃料・潤滑剤の節約時代……整備技術部会／79
□統　計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移……調査部会／83
行事一覧……／84
編集後記……（下村・牧・三浦）／86

昭和55年11月号（第369号）

表紙写真
IHI ミニオーガー M30B
近畿イシコ株式会社

□巻頭言
長径間吊橋の歴史におけるアメリカの役割………大橋昭光／1
□昭和55年度官公庁の事業概要（その3）
通商産業省電源開発事業の概要………立花勲／3
横浜港横断橋の建設計画………内藤誠一／9
川治ダム工事の現況………多賀芳治／15

グラビヤ――完成間近い川治ダム

東京都葛西下水処理場工事の概要………金井拓一郎・久賀哲雄・東勝司／24
東京都三郷浄水場における大口径鋼管矢板の施工………松本崇義・細矢正弘・中村勉／32
三井式大深度地下連続壁工法と試験例………川澄脩・野見山益生／39
オートシフトコンベヤによる海面埋立工事………米倉常夫・小川允・広田清／45
□随想古希………新妻幸雄／54
建設業における振動機械工具作業者をめぐる諸問題と今後の動向………狩野幸司／56
コンクリートブレーカの防振対策………東原豊・中島甲子郎・江本平／65
工事用ダンプトラックの煤煙除去装置………寺尾邦夫・佐藤久夫・田代久美・森山多庸／69
□新機種ニュース………調査部会／72
□文献調査
道路舗装におけるホットアスファルトおよびその他の材料の特性………広報部会文献調査委員会／76
□整備技術
MPG方式＝燃費ベースのメンテナンス………整備技術部会／78
□統計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移………調査部会／80
行事一覧………／81
編集後記………（天野・梅津）／84

昭和55年12月号（第370号）

表紙写真
コマツパワーショベル PC300
株式会社　小松製作所

□巻頭言
不可能を可能にする――ある技術開発の例………杉浦弘／1
仙台市地下鉄（南北線）建設計画の概要………富澤稔夫／3
移動式支保工による東仙台高架橋RC箱桁の施工………松岡和夫・吉野伸一／10
首都高速道路小菅インターチェンジの大型ケーソン工事概要………和田英輔・岩永国男／15
大口径パイプルーフを利用した線路下横断地下道工法………竹田省三／25
NATMによる第2名塩トンネルの施工………須々木茂・田中隆徳／30
□随想努力………猪瀬道生／38
東北新幹線建設の概況………西川由郎／40

グラビヤ――東北新幹線建設工事

鉄道における地上線と高架線との連結方法の開発………中川英一／45
超大型ブルドーザと予備発破による低公害リッパ工法………橋村道尚／52
大型ロックベルトローダの開発と作業実績………野村昌弘／58
オイル分析サービスによる修理費の低減………重田研二／63
□部会研究報告
砕砂方法および海底砂採掘に関する調査研究報告概要………施工技術部会骨材生産委員会／68
□新機種ニュース………調査部会／75
□文献調査
アスファルト舗装の再生に有効な添加剤／電気駆動―油圧掘削機の新しい代替機………広報部会文献調査委員会／79
□整備技術
MPG方式＝燃費ベースのメンテナンス………整備技術部会／81
□統計
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移………調査部会／84
行事一覧………／85
編集後記………（古橋・高木）／88
≪既刊目次一覧（昭和55年1月号～12月号）≫

新リサイクルシステム

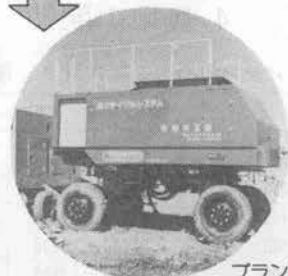
コンクリート・ガラ処理の決定版!!

ポータブル コンクリートクラッシングプラント PCP

2大特長

破砕能力360m³/日! 《他社比較1.5~2倍》

ワンタッチでジャッキアップ! 《安全・楽々・スピーディーな作業》《電動油圧ポンプ装備》

移動時はジャッキダウン

プラント稼働時はジャッキアップ

特長

- ◆コンクリートガラ(800%m×300%m)を砂利状に破砕します。
- ◆タイヤ式ですから、移動が簡単です。
- ◆小型軽量で、トラック運搬が楽です。
- ◆密閉式のため露出部分がなく安全です。
- ◆密閉式のため低騒音です。(30mで77ホーン)

仕様

型　式	SC-6153
全　長	4800m/m
重　量	10900kg
クラッシャー	36"×15"
電　力	200V 55kW
ベルトコンベア	5M×1、7M×1

トータルコスト低減
省資源・公害防止

営業品目

油圧・空圧アイヨン/TSサイレントクラッシャー/ハンドハンマー/レッグドリル/油圧・空圧クローラードリル/ロッド/ビット/附属品/システム一式

※詳細資料は御請求下さい。

創業以来四十余年鑿岩機専門アイヨンの

オカダ鑿岩機株式會社

本　社	〒540 大阪市東区北新町2-2	☎(06) 942-5591(代)
支　店	〒175 東京都板橋区新河岸2 8 25	☎(03) 975-2011(代)
支　店	〒503 大垣市久瀬川町6-29	☎(0584)78-2313(代)
営業所	〒983 仙台市大和町4-4-23	☎(0222)95-7585(代)
営業所	〒452 名古屋市西区長先町205	☎(052)503-1741(代)
営業所	〒020 盛岡市南仙北1-22-63	☎(0196)34-0881(代)
工　場	〒577 東大阪市川俣2-60	☎(06) 787-4606(代)

マルマ・ロード スタビライザー

● 本機はブルドーザーのアタッチメントとして開発したものです。

● ブルドーザー本体は作業時超低速走行出来るよう改造します。

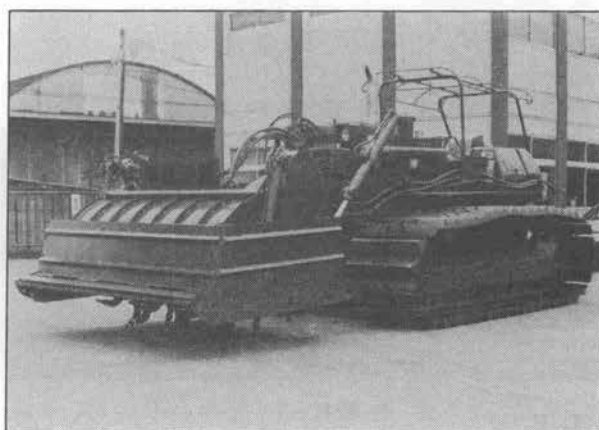
● スタビライザー部分は左右にスライドし、又脱着が容易に出来ます。

● 貴社の工法にプラスし、収益向上に寄与致します。

用途 1.路床、路盤の安定処理
2.廃棄アスファルトの再生処理
3.農地改良工事、天地返し
4.農地の開墾

エンジンの出力と攪拌深さ、攪拌巾の関係

深さ ＼ 馬力	50PS クラス	80PS クラス	110PS クラス	140PS クラス	180PS クラス
	攪拌巾				
300mm	1100mm	1700mm	2000mm	2600mm	3000mm
400	800	1400	1800	2000	2300
500		1100	1600	1700	1800
600		1000	1400	1500	1700

作業速度――――0～500m/h
ロータリー回転数――――0～120rpm
スタビライザー最大地上高―500mm
左右スライド巾――――700mm～1000mm

●御要望に応え特殊設計を致します。
●本機の問合せはマルマ重車輌㈱名古屋工場へ御願いします。

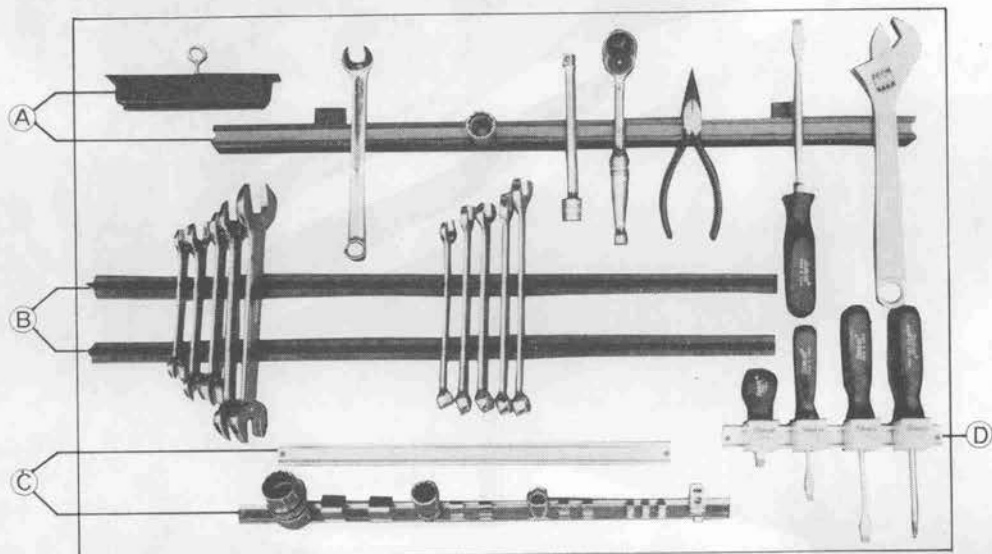
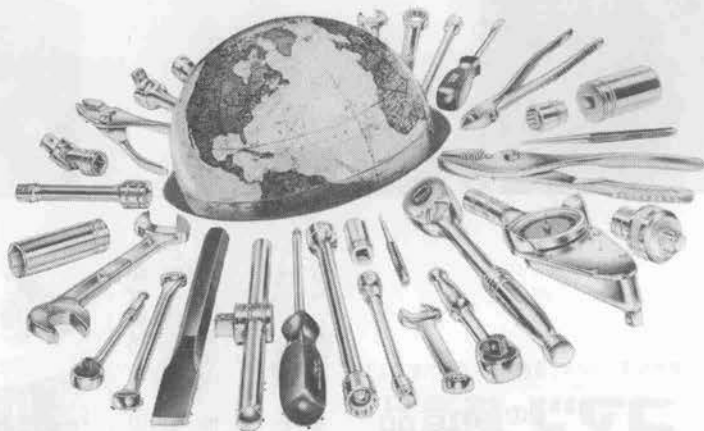
マルマ重車輌株式会社

本社工場　東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号　☎(03)429局2131(大代表)　テレックス242-2367番〒156
名古屋工場　愛知県小牧市小針町中市場25番地　☎(0568)77局3311㈹～3番　テレックス448-5988番〒485
相模原工場　神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号　☎(0427)52局9211（代表）　テレックス287-2356番〒229

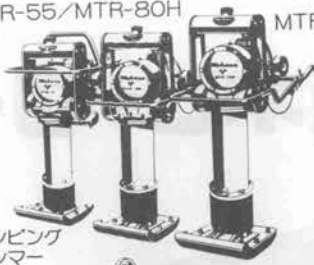
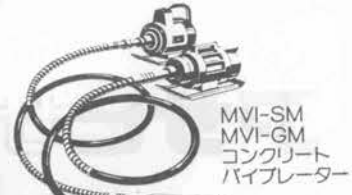
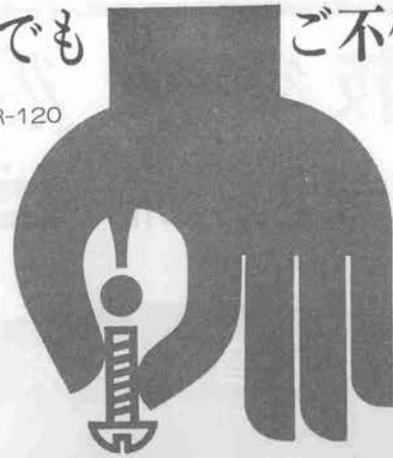
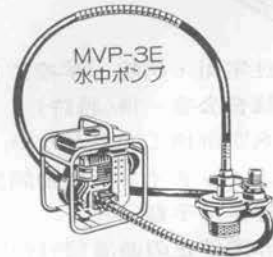
Snap-on® スナップ・オン・ツール

整理に便利な………“ツールオーガナイザ”

◆工具室で◆作業職場で◆作業台で

Ⓐ強力マグネットホルダ　　Ⓒソケットレール・クリップ
Ⓑレンチオーガナイザ　　Ⓓスクリュードライバホルダ

世界最高の
品質を誇り
永久保証の……
手工具と整備用
診断機器

日本総代理店
NMT 内外機器株式会社

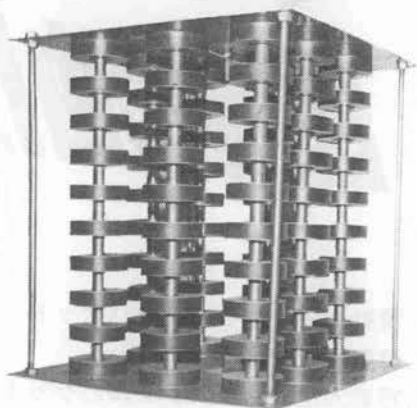
本　　社　東京都世田谷区桜３丁目11番12号
電話 03-425-4331(代表)　加入電信242-3716　〒156
名古屋営業所　名古屋市中区千代田５丁目10番18号
電話052-261-7361(代表)　加入電信442-2478　〒460

たとえビス1本でも ご不便はかけません
MTR-55/MTR-80H
MTR-120
タンピング
ランマー
MVI-SM
MVI-GM
コンクリート
バイブレーター
MVI-MD
インヘッダー
MCD-6
コンクリートカッター
Mikasa
CONSTRUCTION EQUIPMENT
過酷な耐久テストと再度の精密検査を重ねて製品化される高度な三笠製品は、つねにその性能をフルに発揮するMikasaとして内外各国のユーザーから絶大な信頼を得、また完璧なアフターサービスは完備された各種部品と共に世界のMikasaの技術と信頼を更に力強く支えています。
MCD-3
コンクリート
カッター
MVP-3E
水中ポンプ
MCD-2D
コンクリートカッター
特殊建設機械メーカー
三笠産業
本　社　東京都千代田区猿楽町1－4－3
（〒101）電話 03（292）1411 大代表
札幌出張所　札幌市中央区大通西8－2疋田ビル
（〒060）電話 011（271）1931 代表
仙台出張所　仙台市卸町5－1－16
（〒983）電話 0222（98）1521 代表
新潟出張所　新潟市堀之内324 ユタカビル
（〒950）電話 0252（84）6565 代表
技術研究所　埼玉県白岡町　工場　館林／春日部
西部総発売元　三笠建設機械株式会社
（〒550）大阪市西区立売堀3－3－10
電話 06（541）9631 代表
MDR-7G
ダブルローラー
MPT-36
パワートロウエル
MDR-9D
ダブルローラー
MOH-24G パイルハンマー
MDR-20ダブルローラー
MVC-52F/MVC-70F
MVC-90F/MVC-110F
MVC-130S/MVC-300Gプレートコンパクター

水を液体燃料とした 驚異の省エネ燃料革命

エクセルギー

特許

■エクセルギー効果

(1)特殊磁気、エクセルギーに依る油中に活発なブラウン運動が生じ油質の安定、スラッジの分散。
(2)油の粒子の微粒化による、噴霧状態の良好、燃焼効率の増大。
(3)バーナ先のカーボン附着の解消、着火時の煤煙の解消。
(4)ストレーナー掃除の長期化。
(5)過剰空気の減少。
(6)燃料油の減少10%以上。
(7)窒素酸化物(NOx)の減少40%

スーパー・エマルジョン

■水を液体燃料として使えないか…?

この驚きの発想を今ここに現実化することができました。幾多の困難を乗り越えて、水をベースにした“80年代の液体エネルギー”スーパーエマルジョン燃焼装置を完成いたしました。
数々のテストから重油燃費は確実に20%以上、節約できる画期的装置でございます。

■効果は一目瞭然です。

1. 燃料の節減——20%以上
2. NOX(窒素酸化物)の低減——40%以上
3. CO(一酸化炭素)の低減——20%以上
4. ばいじん(黒煙等)の低減——50%以上
5. B.F.(バックフィルター)の小型化——30%以上
6. 排風機(モニター)小型化・省力化——20〜30%以上

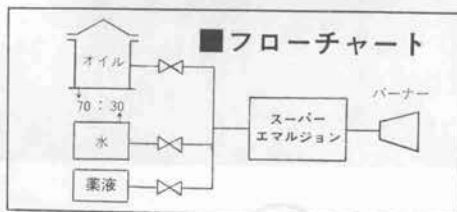
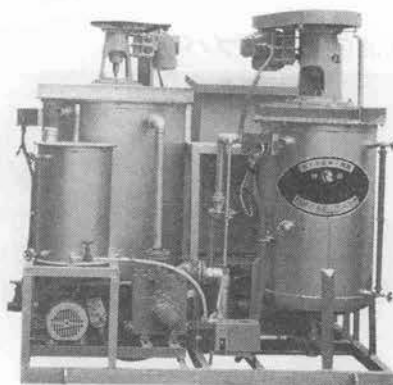
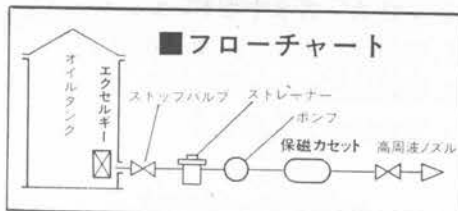
■1 ℓ=80円として(昭和55年6月)試算いたしますと、下記の表のようになります。

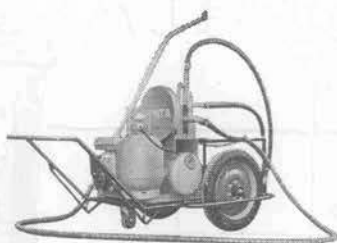
重油消費量	トン数	従来経費総額	スーパーエマルジョン使用後の経費総額	節約出きる金額
1,000 ℓ	1 t	80,000円	64,000円	16,000円
10,000 ℓ	10 t	800,000円	640,000円	160,000円
100,000 ℓ	100 t	8,000,000円	6,400,000円	1,600,000円
1,000,000 ℓ	1,000 t	80,000,000円	64,000,000円	16,000,000円

■“エクセルギー”との併用で効果は絶大です。

“スーパー・エマルジョン燃焼装置”の素晴らしさも、おわかりいただけたと思いますが、上にご紹介した“エクセルギー”との併用で、上記の効果をより一層高めることができます。
ご不明の点がございましたら係員がお伺し、ご説明申し上げますので、ぜひ一度ご検討ください。

■ご購入には便利な割賦販売システムもご利用ください。

※カタログ請求は下記へ……

〒153 東京都目黒区下目黒1—3—27 梅原ビル ☎(03)492-0051

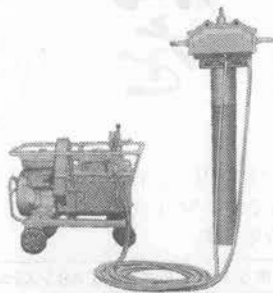
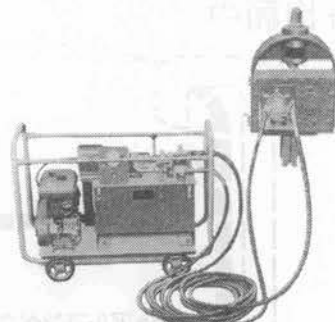
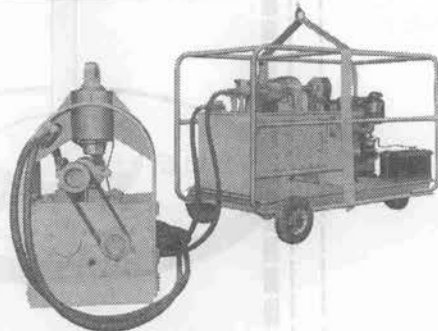
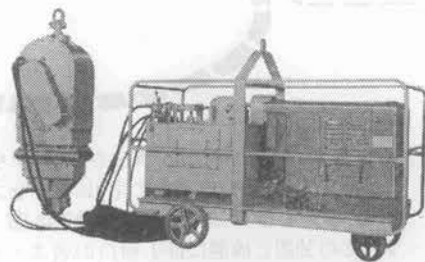
小形フィニッシャー
AF-250W
舗設巾
1.55~2.5M
車体巾
1.55M
舗設巾
1.2~2.0M
車体巾
1.2M
AF-200C
超小形フィニッシャー

プレートコンパクター
VC-80N
CS-C30
アスファルトスプレヤー

コンクリートカッター
RC-12
AC-S8
自動アスカーバー

田原の水門
水資源開発公団殿、寺内ダム、
放流設備　　昭和52年竣工
溢流型ローラーゲート（非常用）7m×10m 2門
ローラーゲート（非常用）6.3m×6.3m 1門
ラジアルゲート（常　用）4.2m×4.2m 1門
技術と実績が
生む高信頼性！

山田の振動杭打機シリーズ

V-3 フレキ式

V-6 フレキ式

V-6U 油圧式

V-8 油圧式

V-15 油圧式

V-25S 油圧式

杭打・杭抜工事に活躍する山田の振動杭打機シリーズ。いろんな用途に応じて使いわけて頂きたいのです。例えば打込物が小物ならV－3タイプ。特に小型で軽量のため、足場の悪い工事現場に最適。大型工事にはV－25Sタイプ。性能はもちろん油圧式チャック採用のため、振動公害・騒音の心配も有りません。又、どのタイプも治具の交換により多種多様の杭打・杭抜が可能です。

製造元 Y.K 山田機械工業株式會社

本　社　東京都北区赤羽南1丁目7番2号
電 話　東京03(902)4111番(代表)

戸田工場　埼玉県戸田市新曽南1丁目11番5号
電 話　(0484) 42－5059・5060番

詳しくは本社営業部迄お問合せ下さい。
カタログ及資料を準備致しております。

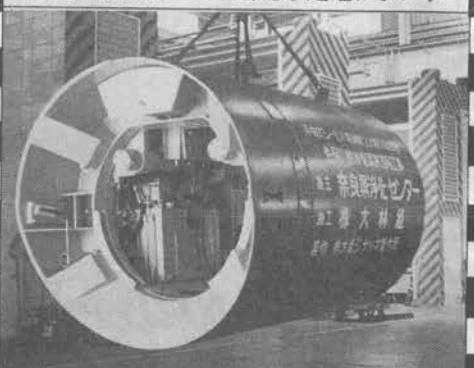
営業品目／振動杭打機・バイブレーター・コンクリート製品連続製造設備・その他

●明日をつくる建設の機械化・合理化・安全につくす………

営業品目(土木関係)

各種シールド掘進機
推進工事用油圧装置
推進工事用2段伸び推進ジャッキ
泥水シールド用泥水処理プラント
泥水シールド用流体輸送装置
ずり搬送装置
裏込注入機械装置
坑内用・乾式高圧トランス
ダンステップ(坑内用・合成樹脂製あゆみ板)
隧道用諸機械・機材
ナトム工法用諸機械
ダム用バイブルドーザー
超軟弱地盤改良処理装置

北川・深層超軟弱地盤改良処理装置

三央・泥水シールド用泥水処理プラント

O・J手掘式シールド掘進機

バイブルドーザー(ダム用機械 打バイブレーター)

レンタル商品・在庫豊富

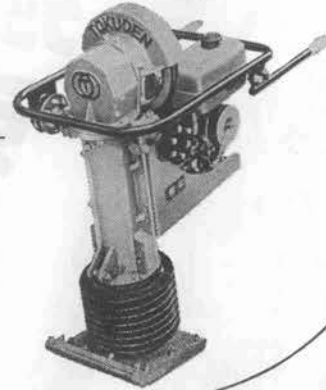
シールド用ジャッキ・油圧ユニット
2重推進ジャッキ
泥水処理プラント
乾式高圧トランス(75～300 KVA)
ダンステップ

Suga 創業55年

菅機械工業株式会社

本　　社　〒550 大阪市西区南堀江3－9－27 ☎ 06(541)7931
東京支店　〒101 東京都千代田区三崎町3－10－5 ☎ 03(263)1531
名古屋営業所　〒450 名古屋市中村区若狭町1－30 ☎ 052(581)4316
京都営業所　〒615 京都市右京区西院平町25(東商ビル) ☎ 075(314)4460
福岡営業所　〒812 福岡市博多区博多駅東1－9－15 ☎ 092(431)7181
スガリース(株)　〒572 寝屋川市点野3－22－22 ☎0720(27)0661

トクデンは技術派、実力派！

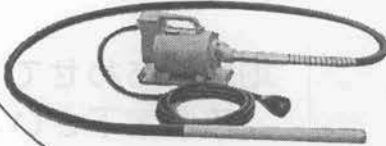
営業品目●各種コンクリートバイブレーター（エンジン式、電気式、空気式）
●水中ポンプ●タンパー●バイブレーションプレート
●振動モーター●振動フィダー
●コンクリート・ロード・フィニッシャー
●メッシュ・インストーラ●その他振動機械

●最高の安定性と高能率

タンパー

●特殊衝撃方式の採用で耐久力が大。
●強力な輾圧能力で能率が良い。
●ハイジャンプで前進登坂力が強力。
●取扱いが簡単で、移動運搬も容易。

用途■道路・滑走路・堤防・アスコン等の路床、路盤の輾圧、建築工事の盛土栗石の突固め、電信電話・ガス管・水道管等の埋設後の輾圧

●初めて完成された正転・逆転自在の〈画期的〉なバイブレーター

バイトップ

●鏡面仕上された球面によるすばらしいオイル漏れ防止構造
●特殊加工された強靱なフレキシブルシャフト
●ヒューズフリーの採用によりオーバーロード、単相運転によるコイル焼損をシャットアウト！
●バイブレーター用のエンジンは、そのままポンプの原動機に使用できます。

●騒音公害の解消に新装置

バイブレーションプレート

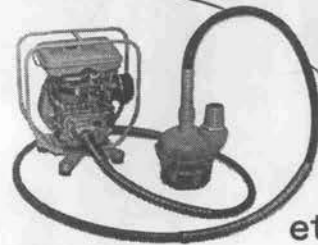
●自走力（毎分25m）抜群で作業能率アップ。
●小型軽便な上に輾圧力が大きい。
●完全な防振で、快適な作業ができる。
●表面仕上げがきれい●ベルト調整が容易。

用途●アスファルト舗装の輾圧、表面仕上げ。
●路盤、土間の砂利、砕石、砂等の締固め。
●ガス管、水道管、ケーブル埋設工事の道路補修。

●一人で持運びも、操作もできる〈高性能水中ポンプ〉

ポンプ

●エンジンでもモーターでも使用できる。
●呼び水がいらない。
●土砂混入のよごれ水でも揚水できる。
●原動機はバイブレーターと完全兼用できる。
●故障が少ない。
●エンジンはそのままバイブレーター用に使用できる。

etc. が全国で活躍………

特殊電機工業株式会社

本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	☎東京 03 (951)0161～5	〒161
浦和工場	浦和市大字田島字榎沼2025番地	☎浦和 0488(62)5321～3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南通3丁目29番地	☎大阪 06 (581)2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区諸岡555－6	☎福岡 092(572)0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北116	☎札幌 011(871)1411	〒062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	☎名古屋 052(822)4066～7	〒457
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	☎仙台 0222(94)2780	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	☎新潟 0252(75)3543	〒950
広島出張所	広島市沼田町伴3754	☎広島 08284(8)0067 4603	〒731 -31

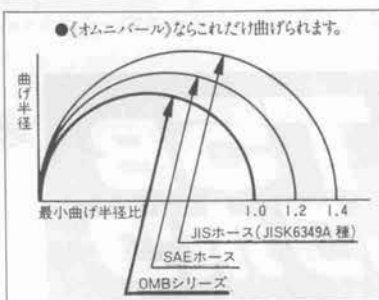
しなやかさは技術です

軽量柔軟さと耐久性は相反するもの、《OMBシリーズ》の耐久力としなやかさは横浜エイロクイップの技術そのものです。

油温連続120℃で 100万回の耐衝撃試験にみごと合格

《オムニバール》シリーズは、より強くよりしなやかにと、技術のすべてを結集して開発された油圧機器用高圧ホースです。
油温連続120℃、曲げ半径極小でのインパルステスト100万回にも軽く合格、いままでの製品に比べ2.5倍もタフになりました。
これはホースの補強層に特殊構造の高抗張力ワイヤーを、また内面チューブには新開発の耐熱性ゴムを採用したからです。
この高度なノウハウが、いま、見事に結実。各種産業分野で幅広く活躍しています。

そのしなやかさは コンパクトな配管設計を可能にしました

《オムニバール》シリーズは、いままでのJIS、SAEホースに比べ、30%も小さな曲げ半径になりました。
このしなやかさは、油圧機器の性能を高め、よりコンパクトな配管を可能としました。

OMB10

サイズ	実内径 mm	常用圧力 kgf/cm²	最小曲げ半径 mm
−8	12.7	175	100
−10	15.9	175	130
−12	19.0	175	150
−16	25.4	175	200
−20	31.8	175	250
−24	38.1	175	300

OMB20

サイズ	実内径 mm	常用圧力 kgf/cm²	最小曲げ半径 mm
−8	12.7	250	130
−10	15.9	250	160
−12	19.0	250	200
−16	25.4	250	250
−20	31.8	250	330
−24	38.1	250	400

●使用温度範囲 −40℃〜＋120℃(連続)

オムニバール シリーズ

高圧ホース

●横浜エイロクイップは確かな技術でニーズにこたえます。

YA 横浜エイロクイップ株式会社

本社 〒105 東京都港区新橋5−10−5(岡和ビル) TEL.03(437)3511
東京支店 〒105 東京都港区新橋5−10−5(岡和ビル) TEL.03(437)3511
大阪支店 〒530 大阪市北区堂島浜2-1-29(古河大阪ビル) TEL.06(344)8531
名古屋支店 〒460 名古屋市中区錦1−17−13(名興ビル) TEL.052(221)7041
広島支店 〒730 広島市中区鉄砲町5-16(広島サンケイビル) TEL.0822(27)7521

標準車ショベル　CT5B　バケット容量 0.5 m³

このクラス最高の低燃費・強力エンジン！低騒音快適作業！

古河のCT5Bは、建設機械専用の三菱S4E2強力エンジンを搭載、運転は、軽快かつ容易で、各種の作業条件に応じるため、メーン油圧クラッチ車とダイレクトクラッチ車の２種類を用意。ますます多様化するニーズに対応できる製品として、皆様のお仕事に大きく貢献でき得るこのクラス最高の小形掘削、積込機の決定版です。

※他にCT5QB(湿地車)、CD5B(ブルドーザ)等があります。

《CT5B――その他の特長》

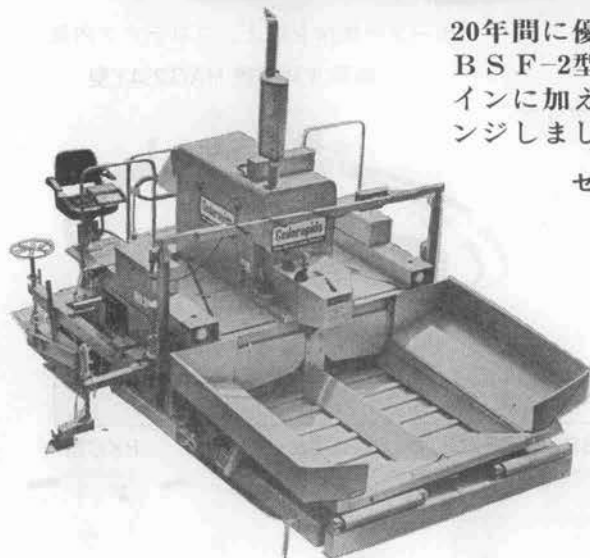
- 不整地や軟弱地でも立往生しないタフな足まわり。
- バケット容量(0.5m³)が大きく作業能率がよい。
- 最大ダンプ高さ(2,040mm)、ダンピングリーチ(805mm)が大きくトラック積み込みが容易。
- 作動油圧が高いので力強く、耐久性抜群。
- 短いサイクルタイムで作業能率が向上。

本　社　〒100 東京都千代田区丸の内２丁目6番1号　(03)212－6551
大　阪(06)344-2531　福　岡(092)741-2261　仙　台(0222)21-3531
高　松(0878)51-3264　名古屋(052)561-4586　札　幌(011)261-5686
岡　山(0862)79-2325　金　沢(0762)61-1591　秋　田(0188)46-6004
建機・販売サービスセンター　田無(0424)73-2641

古河のCT5B ショベルバックホウ

Cedarapids

ニューモデル BSF-400

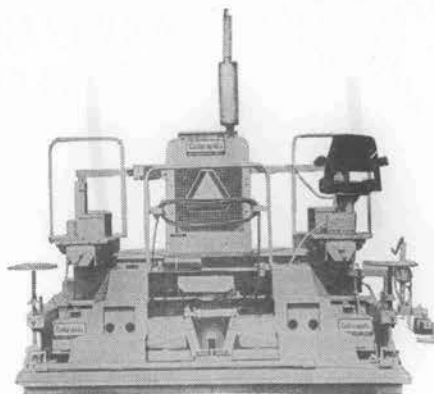
標準型 アスファルトペーバー

20年間に優性遺伝を続けましたセダラピッドＢＳＦ-2型ペーバーは、重みと信頼感をデザインに加えここにＢＳＦ-400型にモデルチェンジしました。倍旧の御愛顧を！

セダラピッド型式BSF-400一般仕様書

鋪装巾：	(標準)	3.0m
	(MIN.)	1.8m－MAX.6.0m
鋪装厚：	(MAX)	25cm
鋪装速度：	(標準)	3.3～39.6m/分
	(低速)	2.4～27.6m/分
走行速度：	(標準)	2.7～6.1km/時
	(低速)	1.9～4.3km/時
重量：	(本体)	10,886kg
	(付属品共)	12,100kg

ＢＳＦ-400型のスクリード機構は、ＢＳＦ-2型と同形で、その他のパーツにも総べて互換性があります。

型式BSF-400の主な機能と特色

(1)装軌式、メカニカルドライブ、24段変速の標準サイズ経済型機。
(2)強力GM3-53ディーゼルエンジン、消音密閉。
(3)走行速度とフイーダースクリユー速度はシンクロ。
(4)ホッパー容量1t増加、フイーダートンネル増大。
(5)主要構造部鋼板肉厚増大、本体重量約1t増加。
(6)強力型スクリード自動コントロール。
(7)安全対策：安全運転、事故防止、機器破損防止、いたずら防止。
(8)数々のオプション：ホッパーゲート電動遠隔昇降装置、NI-HARDスクリユーライニング、特殊スクリードエキステンション、各種スクリードバーナー、フイーダースクリユー2段トランスミッション。

姉妹機種：BSF-420：セダラピッド型式BSF-420の機能は下記を除き総べてBSF-400と同一です。

動力伝導系統

エンジン—油圧ポンプ—油圧モーター—2段変速トランスミッション—┬—左右走行電磁クラッチ
└—左右フイーダースクリユー電磁クラッチ

特徴：鋪装・走行の2段変速を除き、ダイヤル無段変速が出来る。前後進の変換がスイッチ操作で出来る。但し、走行とフイーダー速度はシンクロ

IOWA MANUFACTURING COMPANY ● CEDAR RAPIDS, IOWA ● U.S.A.

日本総代理店

ゼネラル ロード イクイプメント セールス 株式会社

東京都千代田区内神田2丁目13番地中村ビル ☎03-256-7737～8

技術と信頼を大切に

高周波48Vシリーズ（実用新案出願中）

HMV50P型

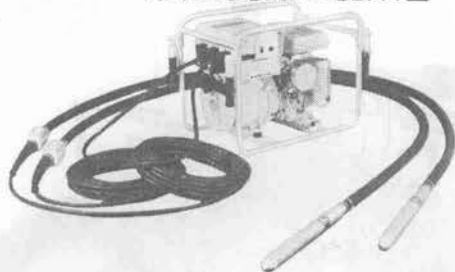
HMV40C型

モーター焼損を防止、プロテクタ内蔵

高周波発電機 HAG2.4Y型

カールコード、新型電気継手採用で性能アップ

HMV-P型

新発売!!

P23F型　P32FP型　P38FP型　P28DL型　P32DL型　P23D型　P38D型　PKC型

PKD型

新ベビーフレキ　P=FPシリーズには上記の他1m・1.5m・2mのフレキが用意されています。

Hayashi

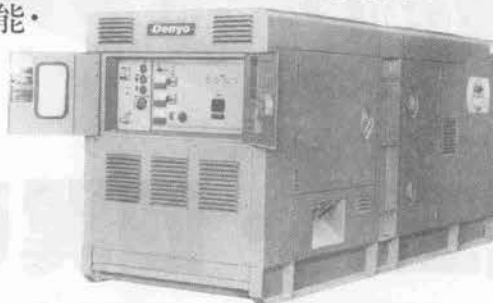
林バイブレーター株式会社

本社及東京支店　〒105 東京都港区浜松町1—18—5　電話03(434) 8451(代)
大阪支店　〒564 大阪府吹田市江の木町29—8　電話06(385) 0151(代)
工場　〒340 埼玉県草加市稲荷町1558　電話0489(31)1111(代)
営業所　札幌／盛岡／仙台／新潟／名古屋／金沢／広島／高松／九州

「省燃費」の同意語。

いま新たなポイントで脚光を浴びるデンヨー製品。

防音型・エンジン発電機 DCA-200SSAC

自動アイドリング(リモコン併用)・自動給油装置の装着が可能。性能・経済性ともに抜群の実力機。

仕様●交流発電機　周波数50／60Hz兼用　出力175／200kVA　電圧(200／400V)／(220／440V)　励磁方式ブランレス方式●補助電源1.5kVA×2 ●エンジン　小松カミンズNTC-743　連続定格出力(215PS／1500rpm)／(246PS／1800rpm) 燃料タンク300ℓ 燃料消費料(40ℓ/h)／(50ℓ/h) ●大きさL3980×W1430×H1830mm ●重量4600kg

＊自動アイドリングと自動給油装置は、長時間の連続使用を可能にするとともに燃料、オイルの節減、エンジンの寿命も長持ちさせます。
＊離れた場所から操作できるリモコンの標準コードは25m。

防音型・エンジン溶接機〈エーブル〉DCD-230SSE

好評エーブルにスローダウン装置がついて新登場！
省燃費・低騒音・コンパクト・経済的な溶接機のエース。

仕様●溶接用発電機　名称第3刷子自励差動複巻式　定格出力6.19kW　定格電流230A　電流範囲50～230A　適用溶接棒2.6～5.0mm　●補助電源出力AC1kW(最大2kW)　●エンジン　ヤンマー2T75L-D　定格出力14.5PS／3000rpm　電気起動 燃料タンク19ℓ ●大きさL1400×W745×H935mm ●重量450kg

＊スローダウン装置のはたらきは、無負荷運転時に自動的に低速運転となり、燃料、オイルの消費が大巾に節減でき、また部品の摩耗も軽減します。

防音型・エンジンコンプレッサー DPV-45SS

小型ではわが国初のベーンロータリー型。狭い場所での活躍はもちろん性能・経済性でいま注目のまと。

仕様●コンプレッサー　ベーンロータリー型、油冷式、1段圧縮　常用圧力7kg/cm²　吐出空気量1.3m³/min　回転数2700rpm　強制潤滑　空気槽容量0.019m³(19ℓ) ●エンジン　クボタD850　定格出力17.6PS／2700rpm　燃料タンク19ℓ ●大きさL1530×W745×H1000mm ●重量490kg

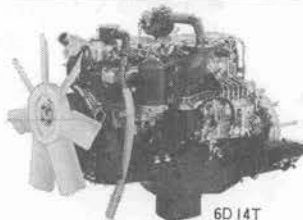
＊ベーンロータリーは特殊加工の高精度仕上げ、吸収馬力にロスがないので動力消費が少なく、運転経費が大巾に節減できます。

いつの時代でも、特定のブランドが特定の言葉の同意語になります。その製品が、その時代の何か・要請にこたえるとき、両者は同意語になるのです。これは、製品とその背景にある技術と頭脳に与えられるひとつの称号――いまデンヨーのエンジン発電機、エンジン溶接機、エンジンコンプレッサーは、それぞれ「省燃費」の同意語となりました。当初より経済性を追求してきたデンヨーの成果です。これからも、デンヨーは時代にこたえ、時代を代表する製品を開発していきます。

本社／〒164 東京都中野区上高田4-2-2　TEL(03)389-3111(代表)
支店営業所／札幌・奥羽・仙台・新潟・東京・北関東・横浜・静岡・名古屋・金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡・南九州
出張所／全国40都市

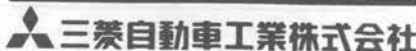
クモといえば、あの芸術品のクモの巣を張って
獲物がかかるのを待つというのが、彼らの狩猟法ですが、
北米にいるボラスパイダーの雌はもっと積極的な狩りをします。
投げナワを使って獲物を捕えるのです。
投げナワの長さは10数センチ。先端には粘っこい玉がついています。
獲物が近づくと、彼女はカウボーイ顔負けの
テクニックで投げナワを宙に飛ばせます。
気の毒なのは気分よく空中散歩を楽しんでいた獲物。
あっと思う間もなく、飛んできた粘ついた玉に捕えられ、
どんなにもがいてももう逃げだせません。
かくて投げナワの不意打ちをくらった獲物は、
彼女の食卓をにぎわすことになるのです。

動物たちは生きてゆくために、学ぶことなく
本能的に道具を使っています。
この投げナワもその一つ。素晴らしいじゃありませんか。
道具といえば、人間はいろいろな道具を考え、つくり、
今日の文明を築き上げてきました。
その中で忘れられないのが三菱産業用エンジンの存在。
ビルを建設し、道路をつくる…その現場に働く様々な
建設機械、産業機械の中枢として活躍しています。

高出力・低燃費・低騒音3拍子そろった、三菱産業用エンジン。

機種	要目	総排気量(ℓ)	重量(kg)	出力(ps)	回転速度(rpm)
4DR5	渦流室式	2,659	255	60	3000
4D3	〃	3,298	360	78	3000
6DR5	〃	3,988	370	90	3000
6DS7	予燃焼室式	5,430	450	105	2500
6D14	直接噴射式	6,557	515	117	2500
6D14T	〃(ターボ付)	6,557	540	130	2000
6D11	予燃焼室式	6,754	525	115	2200
6D15	直接噴射式	6,919	520	125	2500
6DB1	予燃焼室式	8,553	750	130	2000
6DB1T	〃(ターボ付)	8,553	790	170	2000
6D22	直接噴射式	11,149	950	190	2200
6D22T	〃(ターボ付)	11,149	1020	240	2200
8DC6	予燃焼室式	14,886	1050	240	2200
8DC8	直接噴射式	14,886	1100	240	2200
8DC9	〃	16,031	1170	266	2200
10DC6	予燃焼室式	18,608	1290	310	2200
4G41	くさび形	1,378	128	39	3600

注）1. 4G41はガソリンエンジン。他はディーゼルエンジンです。
2. 出力は建機用定格出力です。

● 大型から小型まで豊富。あらゆる用途にご利用いただけます。
● 抜群の信頼性、耐久性、経済性は、その多年の実績に裏づけられています。
● アフターサービスも完ぺき。全国各地に豊かに広がるサービス網。

三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社
（産業エンジン部）
東京都港区芝5-33-8 〒108 ☎東京03(455)1011
工場：東京・京都

ハイパワー、低燃費形。
新発売
11.8トン・0.45m³ ——このクラスで初めて可変容量ポンプを採用
ハイパワー、低燃費を誇る0.45m³・12トンクラス——MS120の底流には、使いやすい中形機の徹底追求という設計思想が貫かれています。このクラスで初めての可変容量ポンプの採用もそのひとつ。ゆとりのパワーシステムにノウハウの限りをつくし、低燃費を追求した最高のメカニズムに仕上げました。機械経費の節減、現場での作業能率のアップ、長期間にわたり安心して使える信頼性。MS120は、みなさまのこうした期待にこたえる自信作です。
■可変容量ポンプ採用、本格派メカニズム
■エンジン直結の直列ポンプ、パワーロス0(ゼロ)
■大きな最大掘削半径、広い作業範囲をカバー
■高い安定性を誇るこのクラス最長3.37mクローラ
■独自の4連+4連バルブシステムで抜群の連動性
■ラクラク操作、ニューデザインキャブ
■日常点検項目を大幅に削減、使いやすさ向上
MITSUBISHI
MS120
●総重量……………11.8t
●バケット容量………0.45m³
●エンジン出力…………………79PS
●最大掘削深さ………5,000mm
●最大掘削半径………7,970mm
●最大垂直掘り深さ……4,240mm
●最大ダンプ高さ…………5,370mm
●登坂能力……………………70%
三菱パワーショベルMS120
三菱重工業株式會社 本社建設機械事業部パワーショベル課／東京都千代田区丸の内2の5の1 〒100 ☎03(212)3111
札幌営業所☎011(261)1541／仙台営業所☎0222(64)1811／名古屋営業所☎052(562)2202／大阪営業所☎06(373)3221／中国営業所☎0822(48)5184
九州営業所☎092(441)3860／高松出張所☎0878(34)5706 明石製作所パワーショベル営業課／明石市魚住町清水1106の4 〒674 ☎07894(3)2111

冴える鉄腕!! 強い味方です。

油圧ショベルを手がけて以来、つねに時代の要求を的確にとらえ、長年にわたる豊富な経験と実績をもとに最新の技術を結集し、より汎用性に優れたハイパワーショベルHD-550GSを開発しました。
さらにねばり強く、低騒音化され、スピーディな働きぶりは、みなさまのご期待にそえる新鋭機と確信しております。

HD-550GS
《全油圧式》ショベル

- ●エンジン出力………90ps
- ●全装備重量…………12.5t
- ★カトウのショベルシリーズには0.18m³～1.8m³まで多彩な機種をとりそろえております。

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本　社／東京都品川区東大井1－9－37
(〒140)　☎(471)8111(大代表)
営業本部／東京都港区虎ノ門1－26－5
(〒105)　(第17森ビル)☎(591)5111(大代表)

最大掘削深さ 5.26m
バケット容量 0.55m³

昭和55年11月号 PR 目次

— A —

朝日電機（株）……後付 10

— C —

キャタピラー三菱（株）……後付 39
クリステンセン・マイカイ（株）……〃 36

— D —

デンヨー（株）……後付 38

— F —

富士重工業（株）……後付 8
古河鉱業（株）……〃 28
古河さく岩機販売（株）……〃 29

— G —

ゼネラル ロード イクイプメント セールス（株）……後付 31

— H —

林バイブレーター（株）……後付 32
範多機械（株）……〃 14
日立建機（株）……表紙 4
兵神装備（株）……後付 25

— J —

ゼムコインタナショナル（株）……後付 42

— K —

（株）加藤製作所……後付 46
極東貿易（株）……〃 19
久保田鉄工（株）……〃 20
（株）神戸製鋼所……〃 21
（株）小松製作所……〃 2・6

— M —

マルカキカイ（株）……後付 24
マルマ重車輌（株）……〃 4,7
真砂工業（株）……〃 11
丸友機械（株）……〃 1
三笠産業（株）……〃 9
三井造船（株）……表紙 3
三井造船アイムコ（株）……〃 3
三井物産機械販売（株）……後付 43

三菱自動車工業（株）……後付 44
三菱重工業（株）……〃 45
明昭（株）……〃 15
（株）明和製作所……〃 41

— N —

内外機器（株）……後付 5
（株）南星……〃 1
（株）ニチユウ……〃 12
日工（株）……〃 18
日鉄鉱業（株）……〃 7
日本ワッカー（株）……〃 13
日本道路サービス（株）……〃 33

— O —

オカダ鑿岩機（株）……後付 3

— S —

スチールジャパン（株）……後付 26
菅機械工業（株）……〃 22
住友重機械建機販売（株）……表紙 2
（株）測機舎……さし込

— T —

大生工業（株）……後付 35
（株）田原製作所……〃 16
（株）帝国鑿岩機製作所……〃 34
（株）東京フレキシブルシャフト製作所……〃 30
（株）東京製作所……〃 37
（株）東京鉄工所……〃 40
東洋カーボン（株）……〃 16
特殊電機工業（株）……〃 23

— W —

（株）ウオターマン……後付 14

— Y —

山田機械工業（株）……後付 17
横浜エイロクイップ（株）……〃 27
吉永機械（株）……〃 15

確かな進歩を凝縮させて、いま、測量マンの手へ。

また一歩、測機舎の自動レベルが進歩を遂げました。新製品B２Cは、定評あるB1/B1Cのフラットミラー型・逆台形吊線方式のコンペンセーター（自動補正機構）に研究・開発の成果をプラス。かすかな傾きに対する素早い応答と確実な静止、激しい温度変化と衝撃に対する安定した性能を発揮する新型コンペンセーターの内蔵により水準測量の精度アップを目ざしています。さらに耐水設計による全天候性能をはじめ、目標物を素早くとらえるピープサイト、可倒式ミラー、合焦ツマミの無限遠マーク、読み取りやすいドラム式水平目盛、迅速な視準のためのエンドレス微動機構など使いやすさへの配慮も十分。構能美あふれるライトグレーのボディには、'80年代の先進技術が凝縮されています。

●耐水型自動レベル B2C

1km往復標準偏差
±1.0mm（光学マイクロメーター）

望遠鏡	全長	228mm
	像	正
	有効径	40mm
	倍率	32×
	視界(100m)	1°20′(2.3m)
	分解力	3″
	最短合焦距離	1.4m
	スタジア乗数	100
水平目盛	直径	109mm
	最少読取値	1°
自動補償機構	精度	0.3″
	範囲	±10′

本社・営業部：東京都渋谷区富ヶ谷1-1-1 京王代々木ビル 〒151 ☎03(465)5211(大代)
工　　場：神奈川県足柄郡松田町松田惣領１５８８ 〒258 ☎0465(83)1301（代）
サービスセンター：東京・仙台・北陸・東海・大阪・広島・福岡 営業所：東京・横浜・松田・富山・金沢・熊本

三井 ランドメイト HL712
じつに
タフです。
働き手です。
小型ホイールローダーのパイオニア、三井造船が、長年の実績と技術を傾注したHL712。ご信頼にこたえるメカニズムと耐久性で、土木建築をはじめ農林、畜産・水産など幅広い業種に活躍する、1.2㎥クラスの働き手ショベルです。
コンパクトで小廻りがきく！
●コンパクトな車体は狭い現場内でも自由自在の機動性で大活躍します。
ビッグな積込性能！
●早いサイクルタイムと大きなバケット容量で積込能力はトップクラスです。
定評ある空冷
ディーゼルエンジンを搭載！
●出力はこのクラス最大の86馬力で、過酷な作業も余裕をもってこなします。
●スライド油圧ロック付のバックホウが取付けられます。
人間と技術の調和に挑む
三井造船
建設機械事業部
〒104　東京都中央区築地5－6－4
電話 03(544)3916
取扱店　三井物産機械販売サービス㈱・中道機械産業㈱・中道機械㈱ 3社の本社・営業所

昭和26年6月5日 第三種郵便物認可

昭和55年12月25日発行
(毎月1回25日) 第370号

走りが冴える。駿足ショベル、シリーズで新登場。

機動力が問われる、この時代。よりパワフルに、よりスピーディに、そしてキャブは快適な空間に…都市土木作業のあるべき姿を追求した、日立WH04ホイール式油圧ショベル。乗用車感覚で、新登場。日立伝統の優れた掘削性能に加え、最高速度34キロのスピード、軽快な走行操作性があいまって機動力アップ、現場から現場へテキパキと作業をすすめます。タイプも4機種。快走のWH04をはじめ、全輪駆動車のWH04D、低騒音のWH04S・WH04DS、ニーズに合わせて選べ、たいへん経済的です。これからは、足まわりを考えた"足のいいショベル"——WH04シリーズの時代です。

迅速、強力な走行性能：エンジン出力を機械的に駆動輪へ伝達する、ダイレクト方式。

軽快な操作性：4ポジションのチルト式丸ハンドル(実用新案出願中)、全油圧式のパワーステアリング。しかも、前進5段、後進1段のシンクロメッシュミッション。

伝統の掘削性能：最大掘削深さ4.17m、最大掘削半径7.345m、最大掘削力5.7tと、いずれもこのクラス最高。

低燃費の直噴エンジン：83PSの高出力、低燃費の直噴エンジン搭載。省エネルギー時代に対応。

後端旋回半径：2.1mのコンパクト車体。

WH04 シリーズ

日立ホイール式油圧ショベル

項目＼型式	WH04(後輪駆動)	WH04D(全輪駆動)	WH04S(後輪駆動)	WH04DS(全輪駆動)
バケット容量(m^3)	0.15~0.5	0.15~0.5	0.15~0.5	0.15~0.5
車両重量(t)	10.5	10.7	10.665	10.865
最高走行速度(km/h)	34	34	34	34
騒音レベルdB(A)	—	—	※65	※65

※エンジン無負荷最高回転時／車体外側より30m／四方向の最大値

ニーズを先取りし
確かな技術で応えます

日立建機株式会社　本社：東京都千代田区内神田1－2－10
〒101　TEL (03)293－3611(代)

雑誌03435－12

「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円